Cuenta Pago
LGIRALDO
359

EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL
NIT 901537748
COMPROBANTE DE EGRESO NÚMERO : 2025-00389

Fecha de Pago: 28-07-2025 Estado: PAGADO

PAGADO A: . DYCO DISEÑO Y CONSULTORIA SAS ,Id: 900898360

DESCRIPCIÓN: UNICO PAGO AL CONTRATO CT-017-2025 "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES: CARRERA 23G, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL

Otros: -

Tipo Pago: PGNOR Doc Ref.: FEV-683

Vlr Bruto: 29,420,370.00 Vlr Deduc.: 4,363,610.00 Vlr Amortiz.: 0.00 Valor Neto: 25,056,760.00

DETALLE DE LOS BANCOS

	Banco	Nro. Cuenta	Nro. Cheque	Beneficiario	Valor
1	BANCOLOMBIA 07-08	334-000007-08	TRANSFERENCIAM	DYCO DISEÑO Y CONSULTORIA SAS	$25,056,760.00
				Total:	$25,056,760.00

DETALLE DE LAS DEDUCCIONES

Descripción		Vlr. Base	Valor	Descripción		Vlr. Base	Valor
RETENCION DE INDUSTRIA Y COMERCIO	0.8	$24,723,000	$197,784	DEDUCCIÓN ESTAMPILLA PRO CULTURA	2	$24,723,000	$494,460
DEDUCCION ESTAMPILLA PRO-ADULTO M	4	$24,723,000	$988,920	DEDUCCIÓN ESTAMPILLAS PRO HOSPITA	0.5	$24,723,000	$123,615
TASA PRO-DEPORTE Y RECREACION	1.5	$24,723,000	$370,845	RETENCION DE IVA	15	$4,697,370	$704,606
ESTAMPILLA PROLANTE CULTURA	2	$24,723,000	$1,480,350				
TOTAL Deducibles:			$4,363,610.00	TOTAL no Deducibles:			$0.00

ANNGY MILENA URIBE CIRO
GERENTE GENERAL

Lina Giraldo

LINA MARCELA GIRALDO
AUXILIAR CONTABLE

Usuario Creador
LGIRALDO

EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL

NIT 901537748

ORDEN DE PAGO NÚMERO : 2025-369

Fecha/Estado
24/07/2025 ORDENAI

Comprobante: 03 . CAUSACION ORDENES DE PAGO

TIPO PAGO: Otros Pagos CONTRATO: CD-017-2025

PAGADO A: . DYCO DISEÑO Y CONSULTORIA SAS .Id: 900698350

DESCRIPCIÓN: UNICO PAGO AL CONTRATO CD-017-2025 "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL

Doc. Rel. . FDV-593

Vlr Bruto: 29,420,370.00 Vlr Deduc.: 4,363,610.00 Vlr Amortiz.: 0.00 Valor Neto: 25,056,760.00

REGISTRO PRESUPUESTAL

#Reserva CDP	# CRP	Fondo	Depen.	Código	Descripción	Vlr x Código
120	178	01	01	2.4.5.22.06.04.03SC1-C04-2025	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCION DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL	$29,420,370.00
					TOTAL:	$29,420,370.00

DETALLE DE LAS DEDUCCIONES

Descripción		Vlr. Base	Valor	Descripción		Vlr. Base	Valor
RETENCION DE INDUSTRIA Y COMERCIO	0.6	$24,720,000	$197,784	DEDUCCION ESTAMPILLA PRO-CULTURA	2	$24,720,000	$494,400
DEDUCCION ESTAMPILLA PRO ADULTO	4	$24,720,000	$988,800	DEDUCCION ESTAMPILLAS PRO HOSPITAL	0.5	$24,720,000	$123,600
CAMARA DE COMERCIO Y NOTIFICACION	3.5	$24,720,000	$370,845	RETENCION DE IVA	15	$4,697,370	$704,810
ESTAMPILLA PRO CLAVARIO DE PENTA	6	$24,720,000	$1,483,200				
TOTAL Deducibles:			$4,363,610.00	TOTAL no Deducibles:			$0.00

ANNGY MILENA URIBE CIRO
GERENTE GENERAL

Lina Giraldo
LINA MARCELA GIRALDO
AUXILIAR CONTABLE

DYCO, DISEÑO Y CONSULTORIA SAS
NIT 900.898.360-5
Circular 4 N 73-36 apto 202
Tel: 3147641625
Medellin - Colombia
consultoriadyco@gmail.com

FACTURA ELECTRONICA DE VENTA NO. FEV 593

RESOLUCION No. Número Autorización Electrónica 18764085140011 aprobado en 20241211 prefijo FEV desde el número 576 al 1000
Vigencia: 12 Meses
Responsable de IVA - Actividad Económica 7111 - Actividades de arquitectura

Fecha y hora Factura
Generación: 21/07/2025, 15:10
Expedición: 21/07/2025, 15:59

Nombre del Cliente EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL	**Nit ó C.C.** 901.537.748-4	**Fecha de Vencimiento** 2025-07-21
Razón Social EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL	**Dirección** CR 28 02 01	**Teléfono** (57) 3147940666 - Ext. 000
Correo jeselpenol2021@gmail.com	**Vendedor** Gloria Cristina Correa	**Centro de Costo** 0

CONDICIONES DE VENTA: La firma del comprador en este documento significa la aceptación de la mercancía y la obligación de pagar en las fechas y condiciones estipuladas, y su conformidad con el pacto de reserva de dominio que aquí se establece. Este documento se asimila en todos sus efectos a una letra de cambio según Art 774 del código de Comercio. Nuestra responsabilidad cesa al entregar la mercancía a los transportadores. No hacemos ningún reclamo al comprador

Item	Cantidad	Descripción	Vr. Total	Impto. Cargo	Vr. Bruto	Valor Impto. Cargo	Nombre producto
1	1.00	ESTUDIOS Y DISEÑOS	29,420,370.00	19 %	24,723,000.00	4,697,370.00	ESTUDIOS Y DISEÑOS

Total Items: 1

Total Bruto	24,723,000.00
IVA 19%	4,697,370.00
Total a Pagar	**$ 29,420,370.00**

OBSERVACIONES:
OBJETO ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA. COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 9, ZONA URBANA. C INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL.

Valor en Letras:
Veintinueve millones cuatrocientos veinte mil trescientos setenta pesos mcte

Forma de pago:
Crédito

Medio de pago:
Otro - Pago a crédito - Cuota No. 001 vence el 2025-07-21 $ 29,420,370.00
por

VENDEDOR	**FIRMA Y SELLO**
C.C. Ó NIT.:	C.C. Ó NIT.:

CUFE: b796ca03d30d6705003707d4d2881afe9b0914695a40c75415c468241b42612f64eaab5504414dd59f90ef3a66a5193ae

Bancolombia

NIT. 890 903.938-8

Empresa: EAEP
NIT: 901537748
Tipo de pago: PAGO A PROVEEDORES

Nombre del pago: UNICOPAGODYCO
Secuencia: eb
Número de cuenta a debitar: 03400000706

Fecha: 30-07-2025 Hora: 14:51:09
Fecha de Generación: 30-07-2025

Fecha de envío del pago: 28-07-2025
Fecha para Procesar el pago: 28-07-2025

Impreso por: ESPAL\ds12

Total Registros del Lote: 1	Registros Procesados: 1	Registros Rechazados: 0	Registros Pendientes: 0
Valor Total del Pago: $25,056,750.00	Valor Registros Procesados: $25,056,750.00	Valor Registros Rechazados: $0.00	Valor Registros Pendientes: $0.00

NÚMERO DE CUENTA	TIPO DE CUENTA	DOCUMENTO BENEFICIARIO	NOMBRE BENEFICIARIO	VALOR	ENTIDAD	ESTADO	FECHA APLICACIÓN
00000004156450B4	Corriente	900499362	DYCO DISEÑO Y CONS	25'056,750.00	BANCO DE OCCIDENTE	ABONADO EN ENTIDAD DE ACH	28-07-2025

INFORME DE SUPERVISIÓN
CONTRATACIONES DIRECTAS
EMPRESA AUTÓNOMA DE EL PEÑOL - EAEP

1. INFORMACIÓN GENERAL

NO. DE CONTRATO	CD-017-2025
CONTRATISTA:	DYCO DISEÑO Y CONSULTORÍA S.A.S
NIT O CÉDULA:	900.898.360-5
OBJETO:	CONSULTORÍA PARA LA REALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO EN CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL.
VALOR:	VEINTINUEVE MILLONES CUATROCIENTOS VEINTE MIL TRESCIENTOS SETENTA PESOS M/L ($29.420.370) IVA INCLUIDO Y DEMÁS IMPUESTOS Y RETENCIONES
PLAZO:	DOS (02) MESES, CONTADOS A PARTIR DE LA FIRMA DEL ACTA DE INICIO, SIN SUPERAR LA FECHA DE TERMINACIÓN DEL CONTRATO NRO. CI-004-2025 SUSCRITO POR LA EAEP CON EL MUNICIPIO DE EL PEÑOL.
FECHA DE INICIO:	07 DE ABRIL DE 2025
FECHA DE TERMINACIÓN:	27 DE MAYO DE 2025
SUPERVISOR:	ANNGY MILENA URIBE CIRO - REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA AUTÓNOMA DE EL PEÑOL

2. ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO

Seguimiento al cumplimiento del objeto y alcance del contrato:

Como antecedente de este proceso, se tiene el Contrato Interadministrativo No. CI-004-2025, suscrito con el Municipio de El Peñol- Antioquia, el día 28 de marzo de 2025, y cuyo objeto es "*CONTRATO INTERADMINISTRATIVO DE ADMINISTRACIÓN DELEGADA DE RECURSOS PARA EL PROYECTO "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO EN CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15*

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.

Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL"

Por lo anterior, y de acuerdo con el alcance del contrato CD-017-2025, se verificó el cumplimento de cada una de las actividades de la consultoria, durante el periodo del 07 de abril al 27 de mayo de 2025, así:

1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Municipio de EL PEÑOL, área urbana



IMAGEN 1: UBICACIÓN CARRERA 23C – GOOGLE MAPS, **6°13'21.7"N - 75°14'44.1"W**



IMAGEN 2: UBICACIÓN VIA INGRESO VEREDA HORIZONTES Y CENTRO DE ACOPIO – GOOGLE MAPS, **6°13'25.5"N - 75°14'45.2"W**

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Las principales actividades u obras a ejecutar son las siguientes:

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
	- Carrera 23C entre transversales 15 y 8 - Ingreso a la vereda Horizontes y al centro de acopio del municipio de El Peñol	
1	Levantamiento Topográfico, con cartera topográfica e informe topográfico, plantas, perfiles, cortes, estructurales y obras de drenaje.	UN
2	Estudio de suelos con registro fotográfico, georreferenciado.	UN
3	Estudio Geológico y Geotécnico con registro fotográfico, georreferenciado.	UN
4	Estudio de Tránsito.	UN
5	Diseño de la estructura de pavimento en asfalto.	UN
6	Diseño geométrico de la vía.	UN
7	Diseño Hidrológico e hidráulico.	UN
8	Presupuesto detallado de obra con Análisis de Precios Unitario (APUs), cronograma detallado de actividades y calculo detallado de AU.	UN
9	Plan de manejo de Tránsito y el costeo para su implementación.	UN
10	Proceso constructivo.	UN
11	Plan de acción socio-ambiental de la obra.	UN

Tabla No. 1 – Actividades a ejecutar

3. PERSONAL:

A continuación, se describe el Desarrollo de la parte administrativa del contrato a la fecha de evaluación.

PERSONAL POR PARTE DEL CONTRATISTA DE CONSULTORÍA

NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO
Gloria Cristina Correa Carmona	Representante legal
Juan Camilo Ríos Londoño	Coordinador
Sebastián Ramírez Rincón	Topógrafo
Carlos Mario Henao Yepes	Ingeniero Civil – Especialista en Geotecnia
Yaline Marín Totena	Ingeniera Sanitaria
Duván Yesid Munevar Tocarruncho	Ingeniero Geólogo

Tabla No. 2– Personal del Contratista de consultoria.

PERSONAL POR PARTE DE LA SUPERVISIÓN.

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.

NOMBRES Y APELLIDOS	CARGO
Anngy Milena Uribe Ciro	Directora de Supervisión
Brahian Gómez Vallejo	Apoyo a la Supervisión

Tabla No. 3 – Personal de la Supervisión

4. SEGURIDAD SOCIAL Y PARAFISCALES

La supervisión realizo verificación de la afiliación del personal administrativo y la revisión del contrato y las afiliaciones a salud, pensión y riesgos laborales, se encuentran en el informe del contratista.

5. HERRAMIENTAS Y EQUIPO UTILIZADO

Para el desarrollo del alcance contractual los principales equipos y herramientas utilizados son los siguientes:
Equipo utilizado

- Equipo SPT
- Estación total
- Tripodes, baterías, pintura, bastones, primas, base nivelante.
- Receptores
- Herramienta menor

6. ACTIVIDADES EJECUTADAS

A continuación, se relacionan las actividades ejecutadas para cada proyecto:

6.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO, CON CARTERA TOPOGRÁFICA E INFORME TOPOGRÁFICO, PLANTAS, PERFILES, CORTES, ESTRUCTURALES Y OBRAS DE DRENAJE: Se realizó el levantamiento topográfico de la zona de influencia, teniendo en cuenta los diferentes paramentos y vías, además de puntos de interés durante el levantamiento Topográfico.

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.

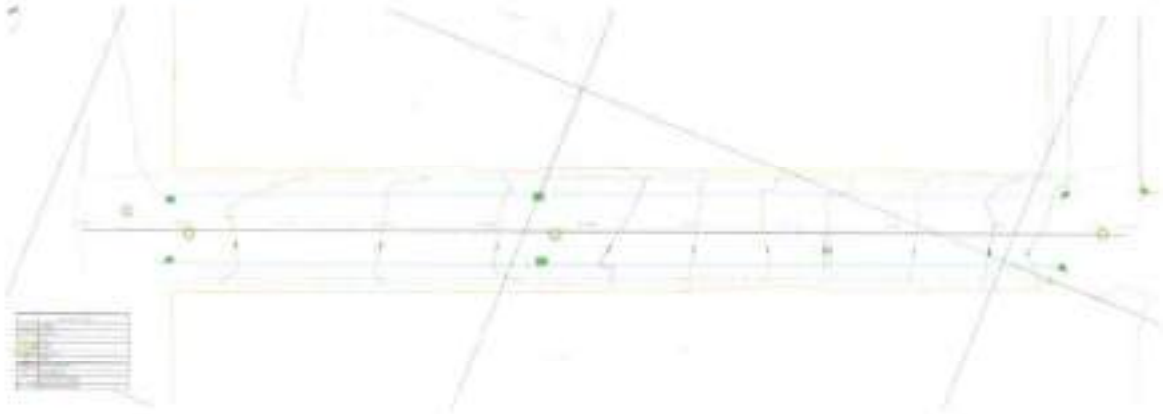


IMAGEN 3: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CARRERA 23C



IMAGEN 4: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO INGRESO VEREDA HORIZONTES

6.2. ESTUDIO DE SUELOS CON REGISTRO FOTOGRÁFICO, GEORREFERENCIADO: Con el fin de conocer la distribución de los materiales en profundidad en el área donde se realizó el estudio y obtener muestras representativas del sitio, se efectuó un programa de exploración el cual consistió en la realización de apiques manuales y sondeos.

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.

Sondeo	Profundidad (m)	Coordenadas globales WGS-84			
		Latitud	Longitud	Altura (m s.n.m.)	Abscisa
AP1-PDC1	1,5	6°13'21.30"N	75°14'44.33"O	1.963	km 0+045
PDC2	-	6°13'20.29"N	75°14'45.04"O	1.965	km 0+090
PDC3	-	6°13'22.42"N	75°14'43.49"O	1.958	km 0+000
AP2-PDC4	1,5	6°13'25.72"N	75°14'43.10"O	1.963	km 0+030

Tabla No. 5 – Sondeos realizados.

Obteniendo así, los siguientes CDR:

CBR (%)	Módulo resiliente (Mpa)	Módulo de reacción (Mpa/m)
14,8	98,7	65,4
66,4	258,0	178,5
6,6	58,9	50,1
133,4	403,3	304,3

Tabla No. 6 – Parámetros de la subrasante

Tabla No. 6 – Parámetros de la subrasante.

6.3. ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO CON REGISTRO FOTOGRÁFICO, GEORREFERENCIADO: Se evaluaron las condiciones del terreno a lo largo del trazado propuesto para cada vía, con el fin de diseñar una estructura vial segura, estable y duradera. Esto incluye la identificación de zonas con potenciales problemas geotécnicos y la recomendación de soluciones constructivas adecuadas.

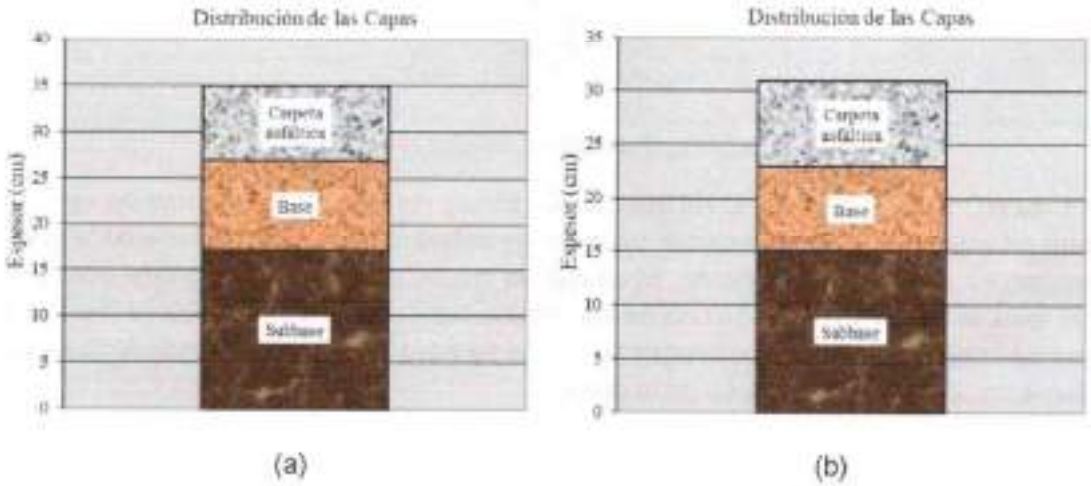
6.4. ESTUDIO DE TRÁNSITO: El objetivo de este estudio es determinar el Tránsito Promedio Diario actual y proyectado, con el fin de establecer las características técnicas del proyecto. Esto se realizará considerando los parámetros de diseño establecidos en el manual de diseño de pavimentos asfálticos publicado por el INVIAS, para la vía del proyecto, ubicadas en el municipio de El Peñol, Antioquia. El propósito es asegurar la durabilidad y el adecuado funcionamiento de la vía bajo las condiciones previstas.

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.
310 546 91 32

VÍA	NUMERO DE EJES EQUIVALENTES
Carrera 23C	475.868
Ingreso vereda Horizontes	1.105.792

Tabla No. 7 – Numero de ejes equivalentes.

6.5. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO EN ASFALTO: De acuerdo con las necesidades que presenta el Municipio del Peñol, en la vía de estudio, se presenta la propuesta para el diseño de la estructura del pavimento, enfocada a utilizar como superficie de rodadura asfalto. Con base en los resultados de campo, la descripción de los apiques, la consistencia observada en el subsuelo y la resistencia media del C.B.R.

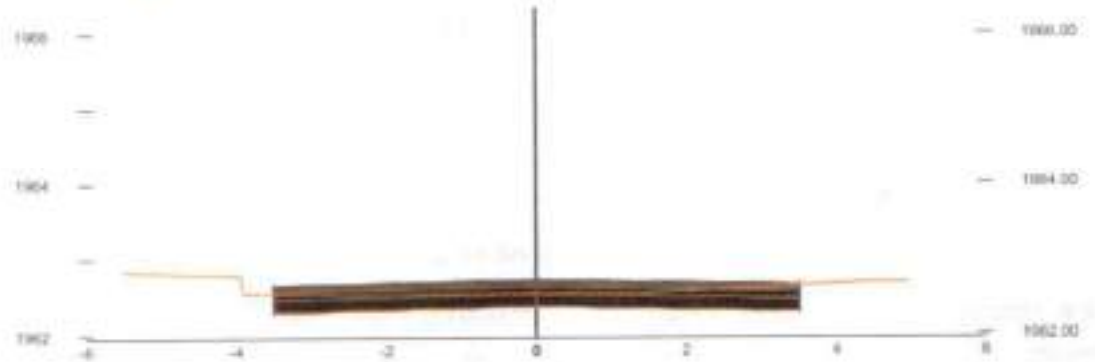


(a) (b)

IMAGEN 5: CARPETA DE RODADURA: (a) CARRERA 23C, (b) INGRESO VEREDA HORIZONTES.

6.6. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA: Es una de las actividades clave en el desarrollo del proyecto, y considerando que en él se define la configuración geométrica final de la solución propuesta para la vía, se presenta en cumplimiento con los objetivos fundamentales del diseño: funcionalidad, seguridad, comodidad, integración con el entorno, armonía, estética y eficiencia económica.

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.
310 546 91 32



ABS = K0+070
CN= 1962.539 m
CR= 1962.367 m
AREA RELLENO = 0.00 m2
AREA CORTE = 1.57 m2
VOLUMEN RELLENO = 0.00m3
VOLUMEN CORTE = 21.75m3

IMAGEN 6: SECCIÓN TRANSVERSAL K0+070 CARRERA 23C

6.7. DISEÑO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO: Busca diseñar las estructuras de drenaje que se proyectan en la vía de estudio, para ello se definió la intensidad máxima de la lluvia proyectada a un período de retorno. El caudal de diseño corresponde al caudal aportado por el área de influencia de cada una de las estructuras. Dicho caudal se obtuvo mediante el uso de la ecuación del método racional, el cual se basa en información hidrológica y su implementación depende del área de la cuenca.

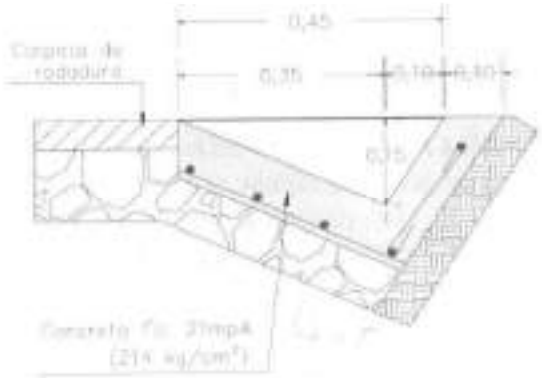


IMAGEN 6: DETALLE CUNETA.

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.

6.8. PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO Y EL COSTEO PARA SU IMPLEMENTACIÓN: El presente Plan de Manejo de Tránsito (PMT) contempla la señalización preventiva, informativa y reglamentaria temporal, así como la delimitación de áreas de trabajo, desvíos, rutas alternas y pasos seguros para peatones. Asimismo, establece las medidas de seguridad vial y operativa necesarias para la protección del personal de obra y la comunidad.

Este plan ha sido desarrollado en cumplimiento de la normatividad vigente en materia de tránsito, tales como el Código Nacional de Tránsito Terrestre (Ley 769 de 2002 y sus modificaciones), la Resolución 1885 de 2015 del Ministerio de Transporte, y las exigencias establecidas por la autoridad de tránsito local.



IMAGEN 7: PMT VÍA INGRESO VEREDA HORIZONTES.

6.9. PROCESO CONSTRUCTIVO: El proceso constructivo de pavimento es una secuencia de actividades técnicas y operativas, cuyo objetivo es asegurar la construcción de una vía vial de alta calidad, durabilidad y seguridad para los usuarios. El tipo de pavimento y los materiales utilizados dependen de diversos factores, como las condiciones geotécnicas del terreno, el volumen de tráfico esperado y las normativas locales de construcción vial.

Este documento describe de manera detallada las fases y procedimientos del proceso constructivo de pavimento flexible, que se utilizarán en el mejoramiento de las vías urbanas del municipio de El Peñol, en el Departamento de Antioquia.

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol

6.10. PLAN DE ACCIÓN SOCIO-AMBIENTAL DE LA OBRA: Informe detallado de acciones y medidas que se implementarán para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos ambientales negativos que el proyecto pueda generar. Se deberá. tener en cuenta las consideraciones establecidas por las autoridades ambientales y toda aquella normatividad vigente que para tal efecto regule su ejecución.

7. SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL

Para hacer efectivas las acciones de prevención dentro del programa de seguridad industrial y salud ocupacional, el Contratista ha realizado inspecciones de higiene y seguridad, monitoreos ambientales a los factores de riesgo presentes en el ambiente laboral, controles y protecciones en higiene, seguridad y ergonomía ocupacional, controles a la demarcación y señalización, saneamiento básico ocupacional y ambiental, y cumplimiento de los requerimientos contractuales en cuanto al orden, la limpieza y el aseo de los lugares donde se desarrollan las obras.

Desde la supervisión e interventoría se verifica que en obra todo el personal cuente con los elementos de protección personal y que se utilicen adecuadamente los equipos y herramientas.

8. ASPECTOS SOCIALES Y/O COMUNITARIO

VISITAS PRELIMINARES Y REGISTRO FOTOGRÁFICO

Durante la visita preliminar, así como en el seguimiento de las actividades diarias realizadas, la supervisión ha realizado el registro fotográfico de las áreas a intervenir e intervenidas. En los anexos del presente informe se pueden observar estas.

9. INCUMPLIMIENTOS DE LAS OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

El contratista en temas de documentación solicitada como pago de seguridad social y afiliaciones, cumple con la entrega oportuna de dicha documentación.

Al momento no se evidencia incumplimiento de las obligaciones del contratista.

10. OBSERVACIONES, RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

- Hasta la fecha se ha ejecutado el 100% del contrato.
- Se ha cumplido con la presentación de las afiliaciones del personal como ayudantes y oficiales por parte del contratista ejecutor.

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.

3. ANALISIS DE CUMPLIMIENTO DE FACTORES FINANCIEROS

BALANCE GENERAL DEL CONTRATO

Es importante tener en cuenta que de acuerdo con los términos contractuales, tanto del contrato interadministrativo CI-004-2025, como del contrato objeto del presente informe, la EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL con Nit: 901.537.748-4, recibirá pagos a través de actas parciales, según aprobación del municipio, previa presentación del pago de los aportes a la seguridad social y de parafiscales del personal vinculado laboralmente con el contratista y del periodo correspondiente, cuenta de cobro, informe de actividades y visto bueno del supervisor designado por parte de la administración municipal de El Peñol, Antioquia, los trámites de pago serán adelantados, previa presentación de la factura correspondiente con el cumplimiento de los requisitos fiscales y legales, certificación expedida por el supervisor contractual en la que consta que se ha cumplido a satisfacción con el objeto del contrato, la certificación del pago de aportes parafiscales y la planilla de pago de seguridad social.

En el periodo se pasa el acta No. 1 y final del contrato de consultoria por valor veintinueve millones cuatrocientos veinte mil trescientos setenta pesos m/l ($29.420.370).

De esta manera se procede con el análisis financiero de esta primera acta de avance de obra, así:

CONCEPTO	SUMA
Valor inicial	$29.420.370
Valor Adición	0
Valor Total	$29.420.370
Valor Pagado a la fecha	0
Valor que se autoriza pagar (Acta de avance Nro. 01 y final)	$29.420.370
Valor Saldo por Ejecutar	0

PAGOS REALIZADOS AL CONTRATISTA:

Conceptos de pago	Detalle del egreso	Valor

4. ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO DE FACTORES JURÍDICOS

Para todos los efectos legales se verificaron la expedición y aprobación de las pólizas, tanto iniciales como la actualización desde fecha de inicio, así:

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol

Pólizas iniciales:





Pólizas después del acta de recibo final:





NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.

Igualmente se aportó certificación del contratista de estar al día en el pago de la seguridad social y parafiscales de los últimos seis (06) meses; planillas de seguridad social, informe de actividades ejecutadas, acta de avance, planos topográficos, planos diseño geométrico, planos hidrológicos e hidráulico, planos de manejo de tránsito, planos detalles constructivos, informe levantamiento topográfico, informe levantamiento topográfico, estudio de suelos, estudio geológico, estudio geotécnico, estudio de tránsito, diseño de pavimento, diseño geométrico, estudio hidrológico e hidráulico, presupuesto oficial, discriminación de AIU, cálculo de cantidades de obra, presupuesto interventoría, factor multiplicados, APU, informe de especificaciones técnicas, plan de manejo de tránsito, PAGA, paz y salvos de personal, acta de terminación, acta de entrega y recibo final y factura de cobro.

5. RELACIÓN DE FACTURAS O CUENTAS DE COBRO QUE SE AUTORIZAN PAGAR

Se generó una factura según la siguiente información:

No. de factura	Valor	Fecha
FEV593	$29.420.370	21/07/2025

Valor que se autoriza pagar soportado presupuestalmente así:

	N°	FECHA	RUBRO	NOMBRE	VALOR
DISPONIBILIDAD PRESUPUESTAL	126	25 de marzo de 2025	01.2.4.5.02.09.04.08	CI-004-2025 CONTRATO INTERADMINISTRATIVO DE ADMINISTRACIÓN DELEGADA DE RECURSOS PARA EL PROYECTO "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO EN CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL	$29.420.370
TOTAL					$29.420.370
RESERVA PRESUPUESTAL	126	02 de abril de 2025	01.2.4.5.02.09.04.06	CI-004-2025 CONTRATO INTERADMINISTRATIVO DE ADMINISTRACIÓN DELEGADA DE RECURSOS PARA EL PROYECTO "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO EN CALIENTE PARA EL	$29.420.370

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.
(57) 310 546 01 32

				SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL	
TOTAL					$29.420.370

6. OTRAS OBSERVACIONES

Ninguna.

7. CONCLUSIONES

ANNGY MILENA URIBE CIRO, actuando en calidad de supervisora, dejo constancia por medio del presente informe de fecha del 24 de julio de 2025, que luego de revisar la cuenta de cobro, como también todos los documentos y anexos correspondientes al seguimiento financiero y técnico, y los soportes que acreditan el cumplimiento de los requisitos de ley previos al pago respectivo, el producto y las actividades del alcance del objeto contractual fueron verificados y recibidos a entera satisfacción, cumpliéndose así con las obligaciones contraídas en el contrato, por lo que autorizo el pago que aquí se relaciona.

Para constancia firma, el día veinticuatro (24) de julio de 2025.

ANNGY MILENA URIBE CIRO
Gerente General
Supervisora del Contrato

Funcionario / Contratista	Nombre / Cargo	Firma
Proyectado Por	Beatriz Elena Galeano Ceballos Auxiliar Administrativo – EAEP	
Revisado Por	Brahian Gómez Vallejo Ingeniero Civil – EAEP	
Declaramos que hemos revisado el presente documento y lo encontramos ajustado a las normas y disposiciones legales y, por lo tanto, lo presentamos para firma.		

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.

DYCO S.A.S
DISEÑO Y CONSULTORIA

CERTIFICADO DE PAGO DE APORTES A LA SEGURIDAD SOCIAL Y PARAFISCALES

Yo Gloria Cristina Correa Carmona identificada con cédula de ciudadanía 43.900.966, representante legal de DYCO DISEÑO Y CONSULTORIA S.A.S. con Nit 900.898.360-5 y Carolina Velez Ceballo identificada con cédula de ciudadanía 1.152,699,227 de Medellín cumpliendo la función de CONTADORA, manifiestamos bajo gravedad de juramento que la empresa enunciada anteriormente, se encuentra a PAZ Y SALVO en los últimos seis (6) meses anteriores de los aportes a los que tenemos obligación, de conformidad con el artículo 50 de la ley 789 de 2002.

Dado en Medellín a los 21 días del mes de julio de 2025.

Cordialmente,

Carolina Vélez C.

CAROLINA VÉLEZ CEBALLOS
C.C. 1.152.699.227 de Medellín, Ant.
Contadora
TP 230982-T

GLORIA CRISTINA CORREA
C.C. 1.152.699.227 de Medellín, Ant.
Representante legal

NUMERO DEL CONTRATO: CD-017-2025 ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL

ENTREGABLES

PAQUETES 1 DE 3

DYCO DISEÑO Y CONSULTORIA S.A.S
NIT: 900.898.360-5

ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMIENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL				ACTA 01 Y FINAL DE COBRO DE CONSULTORÍA CD-017-2025	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	CANTIDAD	VALOR UNITARIO
-Carrera 23C entre transversales 15 y 8 **-Ingreso a la vereda Horizontes y al centro de acopio del municipio de El Peñol.**					
Levantamiento Topográfico, con cartera topográfica e informe topográfico. plantas, perfiles, cortes, estructurales y obras de drenaje.	1	$ 2,623,000	$ 2,623,000	1	$ 2,623,000
Estudio de suelos con registro fotográfico, geomeferenciado.	1	$ 3,100,000	$ 3,100,000	1	$ 3,100,000
Estudio Geológico y Geotécnico con registro fotográfico, georreferenciado.	1	$ 2,217,000	$ 2,217,000	1	$ 2,217,000
Estudio de Tránsito.	1	$ 1,919,000	$ 1,919,000	1	$ 1,919,000
Diseño de la estructura de pavimento en asfalto.	1	$ 2,115,000	$ 2,115,000	1	$ 2,115,000
Diseño geométrico de la vía.	1	$ 2,219,000	$ 2,219,000	1	$ 2,219,000
Diseño Hidrológico e hidráulico.	1	$ 2,015,000	$ 2,015,000	1	$ 2,015,000
Presupuesto detallado de obra con Análisis de Precios Unitario (APUs), cronograma detallado de actividades y calculo detallado de AU.	1	$ 1,960,000	$ 1,960,000	1	$ 1,960,000
Plan de manejo de Tránsito y el costeo para su implementación.	1	$ 1,750,000	$ 1,750,000	1	$ 1,750,000
Proceso constructivo.	1	$ 2,000,000	$ 2,000,000	1	$ 2,000,000
Plan de acción socio-ambiental de obra.	1	$ 2,805,000	$ 2,805,000	1	$ 2,805,000
VALOR COSTO DIRECTO ESTUDIOS			$ 24,723,000	COSTO DIR.	$ 24,723,000.00
IVA			$ 4,697,370	19%	$ 4,697,370.00
VALOR TOTAL			$ 29,420,370	TOTAL	$ 29,420,370.00

DYCO DISEÑO Y CONSULTORIA S.A.S
Nit: 900.898.380
Representante Legal
Gloria Cristina Correa Carmona
CC 43.990.966

EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL - EAEP
Gerente
Anngy Milena Uribe Ciro

MUNICIPIO DE EL PEÑOL
Supervisor
Yeison Sebastian Grisales Montoya

CONTRATO No. CD-017 DE 2025

CONTRATANTE:	EMPRESA AUTÓNOMA DE EL PEÑOL - EAEP
NIT:	901.537.748-4
CONTRATISTA:	DYCO DISEÑO Y CONSULTORÍA S.A.S.
NIT:	900.898.360-5
OBJETO:	CONSULTORÍA PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL.
VALOR:	VEINTINUEVE MILLONES CUATROCIENTOS VEINTE MIL TRESCIENTOS SETENTA MIL PESOS M/L ($29.420.370)
PLAZO:	DOS (02) MESES, CONTADOS A PARTIR DE LA SUSCRIPCIÓN DEL ACTA DE INICIO, SIN SUPERAR VIGENCIA FISCAL, NI LA FECHA DE TERMINACIÓN DEL CONTRATO INTERADMINISTRATIVO NRO. 004 DE 2025 SUSCRITO ENTRE EL MUNICIPIO DE EL PEÑOL - ANTIOQUIA Y LA EAEP, LO QUE OCURRA PRIMERO.

Entre los suscritos: **ANNGY MILENA URIBE CIRO**, identificada con la cédula de Ciudadanía 43.276.133, quien actúa en calidad de Representante Legal de la Empresa Autónoma de El Peñol – E.A.E.P, Empresa Industrial y Comercial del Estado, del Orden Municipal, con domicilio principal en el municipio de El Peñol, Antioquia, con NIT 901.537.748-4, nombrada en el cargo por medio del mediante Decreto Municipal No. 17 del 15 de enero de 2024. Acta de posesión de N° 09 del 15 de enero de 2024, quien en adelante se denominará **EL CONTRATANTE**, y por la otra, la empresa **DYCO DISEÑO Y CONSULTORÍA S.A.S.** identificada con Nit. 900.898.360-5, representada legalmente por **GLORIA CRISTINA CORREA CARMONA**, mayor de edad, identificada con la cédula de ciudadanía 43.990.966, quien actúa en calidad de representante legal y quien para los efectos del presente contrato se denominará **EL CONTRATISTA**; se ha convenido celebrar el presente contrato de consultoría, teniendo en cuenta lo siguiente: **1**) Que, la Empresa Autónoma de El Peñol – E.A.E.P, es una Empresa Industrial y Comercial del Estado, del Orden Municipal. **2)** Que, el Artículo 14 de la Ley 1150 de 2007, dispuso el Régimen Contractual de las Empresas Industriales y Comerciales del Estado y de las Sociedades de Economía Mixta, así: "*...Las Empresas Industriales y Comerciales del Estado, las sociedades de economía mixta en las que el Estado tenga participación superior al cincuenta por ciento (50%), sus filiales y las*

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol
310 546 91 32

Sociedades entre Entidades Públicas con participación mayoritaria del Estado superior al cincuenta por ciento (50%), estarán sometidas al Estatuto General de Contratación de la Administración Pública, con excepción de aquellas que se encuentren en competencia con el sector privado nacional o internacional o desarrollen su actividad en mercados monopolísticos o mercados regulados, caso en el cual se regirán por las disposiciones legales y reglamentarias aplicables a sus actividades económicas y comerciales, sin perjuicio de lo previsto en el artículo 13 de la presente Ley". **3)** Que, el Artículo 13 de la Ley 1150 de 2007 ordena que las entidades estatales que por disposición legal cuenten con un régimen contractual excepcional al del Estatuto General de Contratación de la Administración Pública, aplicarán en su actividad contractual, acorde con su régimen legal especial, los principios de la función administrativa y de la gestión fiscal de que tratan los Artículos 209 y 267 de la Constitución Política, respectivamente y estarán sometidas al régimen de inhabilidades e incompatibilidades previsto legalmente para la contratación estatal. **4)** Que, la Empresa Autónoma De El Peñol - E.A.E.P se encuentra dentro de las excepciones establecidas en el Artículo 14 de la Ley 1150 de 2007, siéndole aplicable en consecuencia las normas legales y reglamentarias de carácter privado que regulan su actividad económica y comercial. **5)** Que mediante el Acuerdo Nro. 002 del 19 de marzo de 2024 de la Junta Directiva de la Empresa Autónoma De El Peñol - E.A.E.P, se compiló y modificó el Reglamento de Contratación cuyo objetivo es regular las relaciones contractuales de la Empresa con todas las personas públicas o privadas, a la luz de los principios Constitucionales de la función pública y del derecho privado, estableciendo el procedimiento para la contratación de los bienes y/o servicios de la Empresa, para el funcionamiento administrativo y el desarrollo de los negocios propios de su actividad económica y comercial, de conformidad con lo establecido en la normatividad vigente y complementaria sobre la materia. **6)** Que, mediante dicho acuerdo, quedó establecido que, para los contratos que se celebran bajo la modalidad de contratación con única oferta, no requerirán previamente la aprobación del Comité de Contratación para su viabilidad o celebración del mismo. **7)** Que, de conformidad con el Reglamento de Contratación de la Empresa Autónoma de El Peñol – E.A.E.P, ésta puede celebrar todo tipo de contratos nominados e innominados, típicos o atípicos, rigiéndose por los Estatutos de la Empresa, los principios consagrados en las normas de derecho privado y/o por las disposiciones legales y reglamentarias aplicables a sus actividades económicas y comerciales, sin perjuicio de la aplicación de los principios consagrados en el Artículo 209 de la Constitución Política. **8)** Que, la Empresa Autónoma de El Peñol, en virtud de su objeto contractual, la E.A.E.P. suscribió el Contrato Interadministrativo 004 de 2025 con el municipio de El Peñol - Antioquia, el cual tiene por objeto: "*CONTRATO INTERADMINISTRATIVO DE ADMINISTRACIÓN DELEGADA DE RECURSOS PARA EL PROYECTO "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA*

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol
310 546 91 32

23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL", por lo que se hace necesario adelantar el proceso de contratación que permita dar cumplimiento a la delegación en comento. **9)** Por consiguiente, se solicitó oferta a DYCO DISEÑO Y CONSULTORÍA S.A.S. con Nit 900.898.360-5, quien cuenta con capacidad jurídica, experiencia y su precio es favorable a los intereses de la Entidad. En consecuencia, de lo anterior, las partes acuerdan suscribir el presente contrato que se regirá por las siguientes: **CLÁUSULAS: PRIMERA. OBJETO**: CONSULTORÍA PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL. **SEGUNDA. ALCANCE DEL CONTRATO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS O ESENCIALES:**

-Carrera 23C entre transversales 15 y 8 **-Ingreso a la vereda Horizontes y al centro de acopio del municipio de El Peñol.**
Levantamiento Topográfico, con cartera topográfica e informe topográfico, plantas, perfiles, cortes, estructurales y obras de drenaje.
Estudio de suelos con registro fotográfico, georreferenciado.
Estudio Geológico y Geotécnico con registro fotográfico, georreferenciado.
Estudio de Tránsito.
Diseño de la estructura de pavimento en asfalto.
Diseño geométrico de la vía.
Diseño Hidrológico e hidráulico.
Presupuesto detallado de obra con Análisis de Precios Unitario (APUs), cronograma detallado de actividades y calculo detallado de AU.
Plan de manejo de Tránsito y el costeo para su implementación.
Proceso constructivo.
Plan de acción socio-ambiental de obra.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: Se deberá realizar el levantamiento topográfico georreferenciado. Entregables: Planos generales dos copias en medio físico y dos copias en medio magnético, informe por escrito y memorias, cartera topográfica, norte cartesiano. Profesional acreditado: Topógrafo con tres (03) años de experiencia general. **ESTUDIOS DE SUELOS:** Alcance técnico: Se deberá realizar el estudio de suelos para la vía a intervenir. Explorador del subsuelo, caracterización de la subrasante, identificación de suelo expansivo, capacidad de soporte de la subrasante, determinación del CBR de cada unidad de diseño, determinación del módulo de reacción de la subrasante, modulo resiliente de la subrasante MR, categorización de la resistencia de la subrasante, recomendaciones generales. Entregables: Dos (02) copias de los estudios en medio físico y dos copias en medio digital, ensayos de laboratorio, plano de localización de sondeos, recomendaciones generales y las que se requieran implementar para no afectar las

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol
310 546 91 32

construcciones vecinas y todas las demás que se consideren necesarias, memorial de responsabilidad de quien elabora el estudio. Profesional acreditado: Ingeniero civil o Geólogo o ingeniero geólogo con tres (03) años de experiencia general. **ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO:** Elaborar informes por separado. Geológico: Proporcionar la información necesaria para el reconocimiento estructural, geométrico, litológico, geomorfológico y de comportamiento hidrogeológico. Se deben incluir los análisis de estabilidad y deformación de las alternativas de excavación y construcción, teniendo en cuenta, además de las características de resistencia y deformabilidad de los suelos y la influencia de los factores hidráulicos. Geotécnico: Proporcionar la herramienta, desde un punto de vista geomecánico de la identificación, resistencia y agresividad de los materiales. Alcance Técnico: Trabajo de campo y toma de muestras a una profundidad mínima establecida en la norma, ejecución de ensayos de laboratorio, estimación de asentamientos probables y recomendación para no afectar las construcciones vecinas. Entregables: Dos copias de los estudios en medio físico y dos copias en medio digital, ensayos de laboratorio, plano de localización de sondeos, recomendaciones generales de construcción y las que se requieran implementar para no afectar las construcciones vecinas de posibles obras de drenaje y todas las demás que se consideren necesarias, memorial de responsabilidad de quien elabora el estudio. Profesional acreditado: Geólogo o Ingeniero geólogo con tres (03) años de experiencia general. **ESTUDIO DE TRÁNSITO:** Alcance técnico: El estudio de tránsito tiene como objetivo realizar un diagnóstico del estado de la movilización motorizada o no motorizada en las áreas de intervención, con el fin de contar con una línea base que permita diseñar la estructura del pavimento a utilizar. Obtener las demandas de flujo vehicular (cantidad y composición) de la vía objeto del estudio, determinar el tránsito promedio diario y el número de ejes equivalentes para periodos de diseños de 10 y 20 años, efectuar los estimativos de tránsito y resultados de capacidad y niveles de servicio, basados en los parámetros del diseño geométrico adoptados de los estándares de diseños viales (Tipo y Categoría de la vía), adelantar el análisis de capacidad y niveles de servicio para la situación del proyecto, el principal objetivo del estudio de Tránsito, Capacidad y Niveles de Servicio es el de determinar la magnitud de los flujos en el tramo de estudio, identificando básicamente la composición de los mismos, de acuerdo con la tipología del vehículo, y determinando los patrones de viajes existentes en la zona. Profesional acreditado: Ingeniero Civil con tres (03) años de experiencia general. **DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO POR EL MÉTODO DE INVIAS**: Alcance técnico: Se deberá realizar el diseño de la estructura del pavimento cumpliendo con la norma técnica colombiana y la normatividad que aplique para el diseño de pavimentos asfalticos. Los módulos de las capas estructurales utilizados para el diseño, deberán estar soportados en ensayos dinámicos de laboratorio (módulo resiliente o dinámico) o, en el caso de capas intermedias ligadas o no ligadas, ser el resultado de correlaciones en función de las características de resistencia mecánica (relación de soporte de California, resistencia a la compresión

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol
310 546 91 32

simple y/o a resistencia a la tracción indirecta, en concordancia con los requisitos mínimos de las IDU ET vigentes), se efectuará un dimensionamiento previo de las capas aplicando el método empírico (Gula AASHTO 1993, Parte II, Figura 3.2), garantizando que el espesor de cada capa sea igual o mayor que el requerido sobre el módulo de la subyacente y que el número estructural total sea mayor que el requerido sobre la subrasante. Los coeficientes de aporte estructural deberán ser obtenidos en función del módulo adoptado con la utilización de las Figuras 2.5 a 2.9, Parte II de la Gula AASHTO 1993, los espesores y módulos resultantes del dimensionamiento previo deberán ser evaluados bajo la teoría lineal elástica para determinar las respuestas criticas (esfuerzos, deformaciones, deflexiones) y relacionarlas mediante el uso de modelos empíricos (funciones de transferencia) con las repeticiones admisibles. Dicho análisis mecanicista deberá efectuarse en función de repeticiones, no de deformaciones. La estructura propuesta deberá garantizar que la relación entre las repeticiones de diseño y las admisibles sea menor que 1.0 y mayor que 0.85, dependiendo del criterio de desempeño que gobierne el diseño, periodo de diseño: 10 años. Para poder comparar económicamente la estructura flexible contra la estructura en rígido, es necesario que el consultor valore y cuantifique de manera aproximada las actividades de mantenimiento necesarias para poder extender el ciclo de vida del pavimento flexible hasta los 20 años. Profesional acreditado: Ingeniero Civil con tres (03) años de experiencia general. **DISEÑO GEOMÉTRICO:** Alcance técnico: En esta etapa se debe realizar y/o ajustar el diseño vial definitivo para el desarrollo del proyecto, siguiendo los lineamientos establecidos por el Esquema de Ordenamiento Territorial para el municipio y la normatividad vigente. El alcance del diseño en esta etapa se centra básicamente en los estudios y diseños en planta y altimetría el ajuste altimétrico y de sección transversal que se requiera, para garantizar el empalme con cada bocacalle que tenga conexión con el corredor vial, así como el detalle de las intersecciones a nivel y a desnivel. Por otro lado, el diseño geométrico definitivo debe asegurar el acceso vehicular a cada predio que lo requiera y garantizar el adecuado drenaje vial, el cual deberá ser coordinado y acordado con la Empresa Aguas y Aseo de El Penol. Así mismo se deberá participar activamente en el proceso de señalización y demarcación del corredor para garantizar que la intención del diseño vial sea plasmada allí y mantenga la coherencia con la seguridad vial de los actores de la vía. Finalmente, esta etapa de diseño debe generar los insumos necesarios para la materialización del proyecto (carteras de localización) para proceder con su replanteo y construcción; así mismo deberá cuantificar los movimientos de tierra definitivos que generará la obra, así como las cantidades de obra a que haya lugar. Entregables: Informe Técnico que contenga como mínimo: introducción, objetivos, situación actual, situación con proyecto, metodología de diseño, parámetros y criterios de diseño geométrico horizontal y vertical (velocidad de diseño, radio mínimo, pendiente longitudinal, bombeo, tipo de vehículo, etc.), normatividad aplicada, identificación de riesgos previsibles del componente que puedan afectar el desarrollo del proyecto en las siguientes etapas, conclusiones y

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol
310 546 91 32

recomendaciones generales y especificas del proyecto a tener en cuenta en la siguiente etapa. Pianos geo-referenciados y en las condiciones que determine el municipio de El Peñol (impreso, digital, etc.) de: Reducido en planta a nivel general en escalas manejables y técnicamente ajustadas (1:1.000 o 1:2.000) en donde se identifiquen los límites que cubre cada plano del proyecto. Diseño en planta en escala 1:500 (o menor en los casos requeridos) que contenga al menos: cuadro de elementos de curvatura y cuadro de geometría de bordes, topografía levantada, geometria diseñada, ejes de diseño abscisados con rótulos en los puntos singulares y cada 50 m, además de incluir marcas cada 10 m; los bordes de vía, grilla de coordenadas (con el rotulo correspondiente), cuadro de convenciones y la sección transversal típica aplicable al tramo que cubre cada piano, escala gráfica, flecha de norte y topónimos representativos. Diseño del perfil con aumento vertical de 10 veces respecto de la escala horizontal que incluya al menos rotulación de los elementos geométricos verticales, el perfil del terreno natural, el cuadro de convenciones, la escala gráfica, las cotas negras y rojas en conjunto con el abscisado del eje. Además, se deberá incluir el diagrama de peraltes con su correspondiente identificación y abscisado, rotulando los elementos geométricos de curvatura, el PI al cual corresponde y el valor del peralte en cada curva. Diseño de secciones transversales en donde se muestre al menos el valor de las áreas y volúmenes de corte y relleno en cada sección cuyo intervalo no podrá ser superior a 10 m y que su ancho sea suficiente para ilustrar el empalme con la condición existente que no será intervenida con el proyecto; la cota de diseño y la cota de terreno en el eje de la sección, el rótulo de la cota y la distancia respecto del eje en los bordes de vía y en las estacas de chaflán en donde sea el caso, la línea de terreno existente y línea de rasante diseñada incluyendo los taludes de corte y relleno, la abscisa a la cual corresponde la sección y la escala gráfica. Se deberá incluir la estructura de pavimento de acuerdo con el diseño de pavimentos del proyecto. Cotas y coordenadas de pavimento en donde se incluyan las cotas de diseño en los bordes de vía y en el eje, las coordenadas de diseño en los bordes de vía y en el eje, el diseño geométrico en planta y el cuadro de convenciones. Anexos del informe de diseño: Reportes de diseño horizontal, vertical y de localización, además de las carteras correspondientes al cálculo de cantidades de obra generadas en el proyecto geométrico. Actas o documentos oficiales que soporten las decisiones tomadas en conjunto con otras entidades y que incidieron directamente en el proceso de diseño geométrico. **DISEÑO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO:** Alcance técnico: El Consultor efectuará los estudios hidrológicos e hidráulicos, incluyendo los de socavación, con el objeto de dimensionar las obras de drenaje mayores y menores (alcantarillas, cunetas), así como las de subdrenaje (filtros, trincheras drenantes, drenes horizontales) necesarias para el proyecto. Consignará en forma concisa y sucinta la determinación cualitativa y cuantitativamente la cantidad de agua superficial y subsuperficial del área de influencia directa e indirecta del proyecto. El Consultor deberá incluir en el documento las condiciones especiales del subsuelo y aguas subterráneas. Se

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol
310 546 91 32

deberá determinar la localización de las obras de drenaje mayores (el abscisado y los niveles de las obras deberán estar referenciados con el abscisado y las rasantes del diseño geométrico), y adelantar los respectivos estudios de socavación. Revisar y complementar los diseños de las obras de drenaje en concordancia con el diseño geométrico definitivo. El consultor deberá presentar la metodología para la modelación hidrológica, sustentando la selección del software utilizado, de acuerdo con lo descrito en el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS o el equivalente que se encuentre vigente a la fecha de los estudios. Igualmente deberá presentar el análisis de lluvia, el análisis de caudales, la justificación de las fórmulas empleadas. Frente a los hidráulicos. El objeto de los estudios hidráulicos es el dimensionamiento y diseño de las estructuras de capacidad apropiada utilizando los niveles y caudales obtenidos en el estudio hidrológico, para evacuar eficientemente las aguas que puedan afectar la estabilidad de la vía. Tal como lo establece el Manual de Drenaje para Carreteras vigente del INVIAS, las estructuras pueden ser de desvío, control, protección, remoción o de cruce bajo una vía. En la selección del área hidráulica deben tenerse en cuenta el nivel de aguas máximas, el paso de materiales de arrastre y la socavación. Igualmente, se deberán determinar niveles de aguas y velocidades. Se debe determinar el efecto de las inundaciones sobre la infraestructura y propiedades adyacentes. Se debe proveer estructuras de alivio y de protección cuando se interfiera el flujo durante las inundaciones o cuando se reduzca la capacidad hidráulica por efecto de la estructura del puente y sus obras complementarias. Se determinarán los efectos de los cambios en la geomorfología natural de las corrientes, como resultado de las estructuras propuestas, tanto de los puentes como de las obras complementarias. Para su diseño el Consultor podrá utilizar como documento guía el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS. Profesional acreditado: Ingeniero civil con tres (03) años de experiencia. **PRESUPUESTO DETALLADO:** Alcance técnico: Se deberá realizar el presupuesto de la obra el cual deberá contemplar. Entregables: Análisis de precios unitarios, cronograma detallado de las actividades, calculo detallado del AU. Profesional acreditado: Ingeniero civil, Arquitecto constructor o Constructor civil con tres (03) años de experiencia general. **PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO**: Alcance técnico: Para la ejecución del proyecto el consultor deberá diseñar un Plan de Manejo de Transito que busque mitigar el impacto de la construcción, el cual debe ser aprobado por la oficina de tránsito del municipio. Se debe tener en cuenta la circulación del tránsito actual para elaborar un plan de manejo de tránsito vehicular y peatonal para los tramos a intervenir, que permita simultáneamente la construcción de la vía con la operación de la misma. Como resultado del diseño de la señalización de obra se deberán entregar adicional, al documento los planos de serialización típicos para el manejo de tránsito y cuantificar los recursos que permitan mitigar el impacto de la construcción en las condiciones de movilidad y desplazamiento, informando previamente mediante la socialización y con el detalle apropiado a la comunidad afectada. Este aparte debe incluir las recomendaciones sobre el empleo de varios tipos de dispositivos utilizados para el control del tránsito durante la construcción, y

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.
310 546 91 32

las guías de uso. El consultor presentara un modelo del protocolo necesario para la capacitación de las personas encargadas de implementar el Plan de Manejo de Tránsito, de tal manera que este personal desempeñe su papel con toda la idoneidad del caso a fin de evitar accidentes en la obra. El consultor deberá presentar en su propuesta el cálculo de los costos del Plan de Manejo de Tránsito, de tal manera que la entidad contratante pueda asignar los recursos necesarios para este importante ítem de la seguridad vial. Se deben contemplar los costos de personal, los costos de los elementos de señalización en etapa de construcción, tales como las señales verticales, la demarcación, las colombinas, la cinta plástica, los conos, las flechas luminosas, los uniformes para el personal de control, así como los vehículos necesarios para el desplazamiento de las señales, los equipos de comunicación en fin todos los elementos que hagan falta para un adecuado manejo de tránsito. Por otra parte, si bien se pueden presentar planes de manejo de tránsito típicos para situaciones que se repiten a lo largo de las vías, es necesario para ciertas actividades específicas (intersecciones, empalmes entre calzadas nuevas y existentes, entre otras) presentar un Plan de Manejo de Transito especifico que muestre las condiciones particulares del sitio en el cual se va a construir la obra. Profesional acreditado: Ingeniero civil con tres (03) años de experiencia. **PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL DE OBRA:** Alcance técnico: Tipología del proyecto, posibilidades de mitigación de impactos en cada una de las actividades asociadas al desarrollo de procesos constructivos, impactos típicos y control, manejo de residuos, forma de separación, recomendaciones para el manejo de residuos, uso y almacenamiento adecuado de materiales de construcción, protección del suelo y control sobre la escorrentía, prevención de la contaminación del suelo, prevención de redes de servicios públicos. protección del personal, capacitaciones, contingencia, gestión social, recomendaciones generales. Profesional acreditado: Ingeniero ambiental con tres (03) años de experiencia general. **PROCESO CONSTRUCTIVO:** Alcance técnico: Con base en los estudios solicitados se debe presentar en detalle todo el proceso constructivo de la obra; cada actividad de la obra deberá plantear dicho proceso y deberá estar acorde a los diseños, indicando los por menores del tipo de material a utilizar, el equipo y la mano de obra calificada y no calificada. Se deberá incluir los riesgos que podrían surgir y la propuesta de mitigación de los mismos. Profesional acreditado: Ingeniero civil o Arquitecto constructor o Constructor civil con tres (03) años de experiencia general. NOTA: Todos los estudios deberán estar firmados por el profesional responsable y se deberá anexar copia de la matricula profesional y certificado de responsabilidad. Todos los estudios deberán llevar informe por escrito en medio físico y en medio magnético. Las demás actividades conducentes al desarrollo del objeto contractual, conforme con los requerimientos técnicos pertinentes, según considere la Gerencia de la Empresa Autónoma de El Peñol EAEP. **TERCERA. VALOR:** El valor del presente contrato asciende a la suma de VEINTINUEVE MILLONES CUATROCIENTOS VEINTE MIL TRESCIENTOS SETENTA MIL PESOS M/L

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.
310 546 91 32

($29.420.370) IVA incluido y demás impuestos y retenciones, y que están soportados presupuestalmente así:

	Nº	FECHA	RUBRO	NOMBRE	VALOR
DISPONIBILIDAD PRESUPUESTAL	126	25 de marzo de 2025	01.2.4.5.02.09.04.06	CI-004-2025 ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO...	$29.420.370
			TOTAL		$29.420.370
RESERVA PRESUPUESTAL	126	02 de abril de 2025	01.2.4.5.02.09.04.06	CI-004-2025 ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCION DE PAVIMENTO EN ASFALTO...	$29.420.370
			TOTAL		$29.420.370

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
-Carrera 23C entre transversales 15 y 8 -Ingreso a la vereda Horizontes y al centro de acopio del municipio de El Peñol.			
Levantamiento Topográfico, con cartera topográfica e informe topográfico. plantas, perfiles, cortes, estructurales y obras de drenaje.	1	$2.623.000	$2.623.000
Estudio de suelos con registro fotográfico, georreferenciado.	1	$3.100.000	$3.100.000
Estudio Geológico y Geotécnico con registro fotográfico, georreferenciado.	1	$2.217.000	$2.217.000
Estudio de Tránsito.	1	$1.919.000	$1.919.000
Diseño de la estructura de pavimento en asfalto.	1	$2.115.000	$2.115.000
Diseño geométrico de la vía.	1	$2.219.000	$2.219.000
Diseño Hidrológico e hidráulico.	1	$2.015.000	$2.015.000
Presupuesto detallado de obra con Análisis de Precios Unitario (APUs), cronograma detallado de actividades y calculo detallado de AU.	1	$1.960.000	$1.960.000
Plan de manejo de Tránsito y el costeo para su implementación.	1	$1.750.000	$1.750.000
Proceso constructivo.	1	$2.000.000	$2.000.000
Plan de acción socio-ambiental de obra.	1	$2.805.000	$2.805.000
VALOR COSTO DIRECTO ESTUDIOS			**$24.723.000**
IVA			**$4.697.370**
VALOR TOTAL			**$29.420.370**

CUARTA. FORMA DE PAGO: El pago del valor del presente contrato se hará de la siguiente manera: Un noventa por ciento (90%) mediante actas parciales de avance, previa revisión y aprobación de la Supervisión, quien mediante el Informe de Supervisión dará su conformidad, de acuerdo al seguimiento de las acciones, previa presentación del informe de actividades y de constancia de pago de los aportes a la seguridad social, y aprobación de los mismos por parte del respectivo supervisor. Una última acta del diez por ciento (10%) final que se cancelará una vez el Contratista entregue: a) Una relación completa de los trabajadores vinculados con la ejecución del contrato. b) Documento suscrito por cada trabajador, en el que

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.
310 546 91 32

manifieste que el Contratista le canceló sus salarios y prestaciones sociales y que se encuentra a paz y salvo por todo concepto con él. c) Documento suscrito con los subcontratistas en el que se manifieste que canceló las actividades contratadas. d) Aporte de las garantías comerciales de los equipos - en caso de que aplique. e) Acta de entrega y recibo final. f) Pólizas actualizadas según acta de entrega y recibo final. Cada solicitud de pago deberá ir con la cuenta de cobro, informes, las demás obligaciones establecidas en el Contrato y las requeridas por la EAEP, para cada pago el CONTRATISTA debe radicar la Factura correspondiente cumpliendo con las condiciones para realizar desembolsos. Para efectos de aprobación de pago, se deberá acreditar al supervisor el pago de los aportes de seguridad social (Salud, pensiones y ARL) y parafiscales, en los términos señalados para el efecto. **PARÁGRAFO PRIMERO.** Los pagos se efectuarán mediante consignación en la cuenta de la entidad bancaria que EL CONTRATISTA designe para el efecto mediante transferencia electrónica, dentro de los quince (15) días siguientes al recibo a satisfacción, que de los documentos haga la EAEP, previa entrega y aprobación, por parte de El Supervisor, de todos los documentos definidos con antelación por aquella. Se deducirá de dicho valor los impuestos de ley a que haya lugar. Adicionalmente, del valor de las facturas o documento equivalente se deducirán, para efectos de pago, los valores correspondientes a la retención en la fuente y demás retenciones aplicables. **PARÁGRAFO SEGUNDO:** En consecuencia, el precio previsto en la propuesta económica incluye todos los gastos, directos e indirectos, derivados de la celebración, ejecución y liquidación del contrato. **PARÁGRAFO TERCERO:** EL CONTRATANTE efectuará los pagos estipulados en el presente contrato con cargo exclusivo a los recursos económicos que se derivan del Contrato Interadministrativo de administración delegada Nro. 004 del 2025, suscrito entre la EAEP y el Municipio de El Peñol - Antioquia. Por lo tanto, la EAEP. En su condición de administrador delegado de recursos no asumirá con recursos propios pagos derivados del presente Contrato. De igual forma, EL CONTRATISTA manifiesta que conoce que la EAEP no asumirá obligación ni responsabilidad alguna, en el evento en que no existan recursos suficientes por administración delegada que asume la EAEP con ocasión del contrato interadministrativo 004 de 2025 ya referenciado. **PARÁGRAFO CUARTO:** La transferencia electrónica o consignación para la cancelación de cuentas, la hará El Contratante sujeto a la disponibilidad de recursos y respetando el derecho de turno consignado en el artículo 19 de la Ley 1150 de 2007. **QUINTA. PLAZO:** El plazo para la ejecución del contrato objeto del presente proceso, se fija en dos (02) meses, contados a partir de la suscripción del acta de inicio, sin superar vigencia fiscal, ni la fecha de terminación del contrato interadministrativo Nro. 004 de 2025 suscrito entre el municipio de El Peñol - Antioquia y la EAEP, lo que ocurra primero. **SEXTA. PERFECCIONAMIENTO Y EJECUCIÓN:** El presente contrato se entenderá perfeccionado una vez haya sido suscrito entre el Contratante y el Contratista, pero su ejecución sólo podrá iniciar cuando se suscriba el Acta de inicio. **SÉPTIMA. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA**: El contratista deberá ejecutar las siguientes

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.
310 546 91 32

obligaciones para dar cumplimiento al objeto pactado: 1. Cumplir con el objeto y el alcance del contrato, en los términos y condiciones establecidos de conformidad con lo estipulado en el contrato, en los estudios previos, así como con propuesta presentada. 2. Cumplir a cabalidad todas y cada una de las actividades y especificaciones técnicas o esenciales del contrato. 3. Todos los estudios y/o diseños deberán estar firmados por el profesional responsable y se deberá anexar copia de la matricula profesional y certificado de responsabilidad. 4. Estar disponible para realizar correcciones y/o ajustes que sean necesarios, en caso de requerirse durante la ejecución de la obra física. 5. Atender todos los requerimientos que realice el supervisor del Contrato en cumplimiento de sus obligaciones, tanto al inicio como durante la ejecución del mismo. La periodicidad de las reuniones será acordada, con el fin de verificar el desarrollo del Contrato y elaborar las actas que documenten el estado del mismo. 6. Elaborar todos los informes relacionados con la ejecución del Contrato, solicitados por el supervisor del Contrato, garantizando que la redacción sea clara, precisa y de ser necesario con los respectivos anexos. 7. Mantener la confidencialidad sobre la información que le sea suministrada para el desarrollo del objeto del Contrato, así como velar por el correcto tratamiento de las bases de datos a las que tenga acceso durante la ejecución del contrato, en cumplimiento de las disposiciones emanadas de la Ley 1581 de 2012. 8. El Contratista tendrá bajo su custodia los bienes muebles que le serán entregados para el ejercicio del contrato, los cuales devolverá una vez terminado este. 9. Diligenciar y actualizar en todo momento su información en el SIGEP. 10. Las demás que fueran necesarias para el normal desarrollo del Contrato. 11. Hacer entrega en debida forma a la Empresa Autónoma y al municipio de El Peñol (Obras Públicas e Infraestructura) la ejecución de los procesos, bienes, servicios y/o productos a su cargo en los tiempos previstos en el contrato y al finalizar éste. 12. Si de la ejecución del presente contrato resultan estudios, investigaciones, descubrimientos, invenciones, información, mejoras y/o diseños, éstos pertenecen al Municipio de El Peñol, de conformidad con lo establecido en el Articulo 20 de la Ley 23 de 1982. En el mismo sentido, el contratista de obra garantiza, que los servicios prestados no vulneran los derechos de propiedad intelectual o industrial o cualesquiera otros derechos legales o contractuales de terceros. 13. Reportar de manera inmediata cualquier novedad o anomalía en la ejecución del contrato de obra al supervisor del mismo. 14. Informar de inmediato y por escrito, a la supervisión del Contrato la ocurrencia de situaciones de fuerza mayor o caso fortuito que puedan afectar la ejecución del Contrato de obra, incluyendo las recomendaciones que procedan según el caso. 15. Informar oportunamente de cualquier petición, amenaza, ofrecimiento o presión indebida de quien actuando por fuera de la ley pretenda obligarlo a hacer u omitir algún acto u ocultar hechos que afecten los intereses del Municipio o de los fondos a su cargo. 16. Obrar con lealtad y buena fe en todas las etapas del contrato de obra. 17. Si de la ejecución del presente contrato resultan estudios, investigaciones, descubrimientos, invenciones, información, mejoras y/o diseños, éstos pertenecen al Municipio de El Peñol, de

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.
310 546 91 32

conformidad con lo establecido en el Artículo 20 de la Ley 23 de 1982. En el mismo sentido, el contratista de obra garantiza, que los servicios prestados no vulneran los derechos de propiedad intelectual o industrial o cualesquiera otros derechos legales o contractuales de terceros. 18. Las demás que se desprendan de la legislación aplicable a esta modalidad contractual. **OCTAVA. OBLIGACIONES DEL CONTRATANTE:** 1) Realizar los pagos oportunamente como retribución del suministro realizado por el contratista, previa presentación de la documentación requerida. **2)** Ejercer la función de supervisión, vigilancia y control en el cumplimiento cabal de las funciones objeto del contrato. **3**) Verificar el cumplimiento del pago de salarios/ honorarios y demás obligaciones laborales, así como los aportes al Sistema de Seguridad Social Integral, conforme a lo señalado en el Artículo 50 de la Ley 789 de 2002 y normas reglamentarias del personal vinculado al contrato.**4**) Convocar oportunamente al contratista cuando se requiera. **NOVENA. PAGO DE APORTES A LA SEGURIDAD SOCIAL.** El Contratista deberá garantizar los aportes a los sistemas de salud, riesgos laborales, pensiones conforme a la normatividad vigente, que, en todo caso, no podrá ser inferior al IBL de los honorarios mensuales aquí pactados. **DÉCIMA. GARANTÍAS.** De conformidad con lo solicitado por el dueño de los recursos – Mandante, es decir, la Alcaldía del municipio de El Peñol, y teniendo en cuenta los riesgos de la ejecución contractual, el contratista deberá otorgar una póliza que cubra los siguientes riesgos:

CARACTERÍSTICA	CONDICIÓN		
CLASE	Cualquiera de las clases permitidas por el artículo 2.2.1.2.3.1.2 del Decreto 1082 de 2015, a saber: (i) contrato de seguro contenido en una póliza para entidades estatales, (ii) Patrimonio autónomo, (iii) Garantía bancaria.		
ASEGURADO / BENEFICIARIO	EMPRESA AUTÓNOMA DE EL PEÑOL E.A.E.P. con NIT 901.537.748-4 y MUNICIPIO DE EL PEÑOL con NIT 890.980.917-1		
AMPAROS, VIGENCIAS Y VALORES ASEGURADOS	**Amparo**	**Vigencia**	**Valor Asegurado**
	Cumplimiento	Igual al plazo del contrato y seis (06) meses más	Quince por ciento (15%) del valor total del contrato.
	Pago de salarios, prestaciones sociales legales e indemnizaciones laborales	Igual al plazo del contrato y tres (03) años más	Diez por ciento (10%) del valor total del contrato.
	Calidad del servicio	Dos (02) años contados a partir de la suscripción del acta de recibo final.	Veinte por ciento (20%) del valor total del contrato.

DÉCIMA PRIMERA. INDEMNIDAD: Será obligación del Contratista mantener libre al Contratante de cualquier daño o perjuicio originado en reclamaciones de terceros

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.
310 546 91 32

y que se deriven de sus actuaciones o de las de sus subcontratistas o dependientes. **DÉCIMA SEGUNDA. REPERCUSIONES LABORALES**: El Contratista se obliga a título de contratista independiente. El Contratante, en consecuencia, no adquiere con él, ni con las personas que ocupe, ningún vínculo de carácter laboral ni administrativo. **PARÁGRAFO.** El Contratante no se hace responsable por ausencias e inconsistencias en los pagos efectuados por el Contratista, así como de incumplimientos de las normas laborales colombianas relacionadas con el cumplimiento del objeto del presente contrato. **DÉCIMA TERCERA. SUPERVISIÓN:** La supervisión del presente contrato se realizará directamente por la Gerente General de la Empresa. **DÉCIMA CUARTA. PAZ Y SALVO**: El Contratista manifiesta bajo la gravedad del juramento, que se entiende prestado con la firma del presente contrato que se encuentra a Paz y Salvo con el municipio de Puerto Triunfo. **DÉCIMA QUINTA. INHABILIDADES E INCOMPATIBILIDADES:** El Contratista declara bajo juramento que se entenderá prestado con la firma del presente contrato, que no se halla incurso en ninguna de las inhabilidades e incompatibilidades señaladas por la Constitución Política, la Ley 80 de 1993 y demás disposiciones concordantes. **PARÁGRAFO.** Si llegare a sobrevenir inhabilidad e incompatibilidad con el Contratista, éste deberá informarlo al Supervisor y cederá el contrato previa autorización escrita del Contratante o, si ello no fuere posible, renunciará a su ejecución. **DÉCIMA SEXTA. DATOS PERSONALES:** EL CONTRATISTA autoriza de manera libre y voluntaria a EL CONTRATANTE a recopilar, utilizar, transferir, almacenar, consultar, procesar, y en general a dar tratamiento a la información que éste ha suministrado a EL CONTRATANTE, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 1581 de 2012 y el Decreto 1377 de 2013, la cual se encuentra contenida en las bases de datos y archivo de propiedad de EL CONTRATANTE para los fines internos que sean necesarios, tales como asuntos relacionados con su documento de identificación, número de identificación, nacionalidad, país de residencia, dirección, teléfono, correo electrónico corporativo, cuenta bancaria. **DÉCIMA SÉPTIMA. CONFIDENCIALIDAD:** El Contratista se obliga a no divulgar la información confidencial a la cual tendrá acceso con ocasión de este contrato, incluida su etapa precontractual, salvo cuando sea necesario suministrarla a los organismos oficiales a efecto de cumplir el objeto contractual. La obligación de reserva se extiende hasta después de terminado el contrato y subsistirá mientras la información tenga las características para ser considerada confidencial en los términos de la Ley 1712 de 2014 y las normas que la modifiquen o sustituyan. **A)** El contratista reconoce que EL CONTRATANTE ha hecho, o puede poner a su disposición ciertas listas de clientes, datos de precios, fuentes de suministro, técnicas, información computarizada, mapas, contratos, libros de comercio, contabilidad, información presupuestal y comercial, información propia de EL CONTRATANTE, de sus socios y de sus trabajadores, información autorizada bajo tratamiento de datos por los clientes, entre otra información importante y que debe tener carácter reservado. **B)** El contratista reconoce que esta información tiene un valor económico, real o

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.
310 548 91 32

potencial, que no es generalmente dado a conocer al público o a los otros que podrían obtener el valor económico de su descubrimiento o empleo y que esta información es sujeta a un esfuerzo razonable por la Empresa de mantener su secreto y confidencialidad. Asimismo, El contratista no hará ninguna duplicación u otra copia del Material Confidencial. **C)** El contratista devolverá inmediatamente se lo solicite por parte de la Empresa, todo material confidencial que se le haya solicitado. El contratista notificará a la Empresa cualquier descubrimiento que haya hecho, considerándose esto, como parte del Material Confidencial. El contratista se compromete a no utilizar información o Material Confidencial finalizado la relación comercial. **D) INFORMACIÓN CONSIDERADA DE LA EMPRESA**. Para el objetivo de este Acuerdo, también se considerará como Material Confidencial cualquier información, observación, datos, material escrito, registro, documento, dibujo, fotografía, disposición, programas de computador, software, multimedia, programas fijos, invención, descubrimiento, mejora, desarrollo, instrumento, máquina, aparato, aplicación, diseño, trabajo de paternidad literario, logo, sistema, idea promocional, lista de clientes, necesidad del cliente, práctica, información de precios, procesos, pruebas, concepto, fórmulas, métodos, información de mercado, técnicas, secreto de fabricación, producto y/o la investigación relacionada con el desarrollo de investigación real o previsto, productos, organización, control de comercialización, publicidad, negocio o fondos de Empresa, sus afiliados o entidades relacionadas. I) Todo lo anterior, es y será de la Empresa incluso después de terminada la relación con El contratista. ii) El contratista cumplirá con las medidas de seguridad que tome la Empresa para proteger la confidencialidad de cualquier Información reservada o secreta de la Empresa. iii) La Empresa puede disponer libremente de toda su información y Material Confidencial, por lo que El contratista no tendrá ninguna autoridad para ejercer cualquier derecho o privilegios en lo que concierne a la Información perteneciente exclusivamente a la Empresa poseída por o asignada a esta última conforme a este Acuerdo y las leyes colombianas. **E) SERVICIO CONTRATADO. i)** El contratista reconoce que todos los trabajos de autoría llevados a cabo por la Empresa son sujetos a la dirección de la Empresa y su control y dichos trabajos constituyen una función contratada de conformidad al acuerdo Comercial. **ii)** Toda la Información o Material Confidencial, creada, inventada, concebida o descubierto por El contratista que este sujeto a derechos de autor explícitamente, como se considera, por El contratista, corresponde a trabajos propios de la labor contratada y son de propiedad de la Empresa. **F) SANCIONES POR VIOLAR EL ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD.** El contratista que viole alguna de las disposiciones antes mencionadas en relación con lo que se considera objeto de la Confidencialidad, ocasionará el pago de una multa pactada en el presente contrato, sin perjuicio de las demás acciones civiles, comerciales y penales a que haya lugar para la reclamación de indemnización de perjuicios ocasionados con la violación a la Confidencialidad aquí suscrita. **DÉCIMA OCTAVA. PROPIEDAD INTELECTUAL.** La propiedad intelectual y los derechos patrimoniales sobre los estudios, documentos y en general sobre los productos resultantes de la

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.
310 546 91 32

ejecución del presente contrato, quedará en cabeza del Contratante, de conformidad con la normativa vigente. **DÉCIMA NOVENA. TERMINACIÓN:** Este Contrato terminará en cualquiera de los siguientes eventos: 1) Por expiración del plazo estipulado. 2) Por mutuo acuerdo entre las partes. 3) Por fuerza mayor o caso fortuito, que impida la posibilidad de seguir su ejecución. 4) Por sobrevenir una imposibilidad legal o técnica, debidamente acreditada, evaluada y aceptada por las partes. 5) Por liquidación o intervención de alguna de las partes, que afecte gravemente el cumplimiento del contrato. 6) Por terminación del contrato interadministrativo CI 004 de 2025 suscrito entre el municipio de El Peñol y la Empresa Autónoma de El Peñol. 7) Por las demás causales estipuladas en la ley. **VIGÉSIMA. SUSPENSIÓN:** En caso de presentarse suspensión en el plazo, se deberá elaborar la respectiva Acta de suspensión, la cual expresará la causal o causales de suspensión, así como el término de la misma y deberá ser firmada por las partes. Una vez levantada la suspensión se suscribirá la respectiva Acta de reanudación. El tiempo que dure la suspensión no se tendrá en cuenta para los efectos extintivos del plazo. Si no es posible reiniciar la ejecución del contrato, las partes declaran de común acuerdo la terminación del mismo y procederán a su liquidación. **VIGÉSIMA PRIMERA. CESIÓN:** El presente contrato de consultoría se celebra en consideración a las calidades de las partes, por lo tanto, no podrá ceder los derechos y obligaciones, aun parcialmente, sin previa autorización escrita de éstas. **VIGÉSIMA SEGUNDA. SOLUCIÓN DE CONFLICTOS:** Si sobreviniere cualquier controversia con ocasión de este contrato, se acudirá, en busca de solución a un arreglo directo entre las partes. En el evento de no existir solución, las controversias serán dirimidas por vía judicial, de acuerdo a la normatividad legal vigente. **VIGÉSIMA TERCERA. DOMICILIO CONTRACTUAL.** Para efectos de la ejecución del presente contrato de consultoría, el domicilio contractual será el Municipio de El Peñol (Antioquia), aunque con previo acuerdo entre el Contratista y el Supervisor, se podrá ejecutar el contrato desde otro municipio. **VIGÉSIMA CUARTA. CLÁUSULA PENAL:** Se estipula una cláusula penal a favor del Contratante equivalente al diez por ciento (10%) del valor total de contrato, que se hará efectiva en caso de declaratoria del incumplimiento del contrato. El valor de la cláusula penal se tomará directamente de cualquier suma que se le adeude al contratista, si la hubiere. El contratista autoriza al Contratante para descontar el valor de la cláusula penal pecuniaria de cualquier suma que éste último le adeude. **VIGÉSIMA QUINTA. LIQUIDACIÓN:** La liquidación del contrato de consultoría se hará de común acuerdo entre el Contratista y el Contratante, dentro de los cuatro (4) meses siguientes a la fecha de terminación del plazo del contrato. Dentro de este plazo, las partes acordarán los ajustes, revisiones y reconocimientos a que haya lugar, de los cuales quedará constancia en el Acta de Liquidación. Si vencido el plazo anteriormente establecido no se ha realizado la liquidación, la misma podrá ser realizada en cualquier tiempo dentro de los dos años siguientes al vencimiento del término a que se refieren los incisos anteriores, de mutuo acuerdo, sin perjuicio de lo previsto en el artículo 164 del CPACA. **VIGESIMA SEXTA. DOCUMENTOS**

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol
310 546 91 32

DEL CONTRATO: Para todos los efectos legales se entienden incorporados al presente contrato: a) Certificados de Disponibilidad presupuestal b) Estudios Previos y anexos, c) Propuesta presentada por el Contratista. d) Todos los demàs documentos que se suscriban durante la ejecución del contrato.

Para constancia se firma en SECOP II, el día dos (02) de abril de dos mil veinticinco (2025).

Funcionario / Contratista	Nombre / Cargo	Firma
Proyectado por	Lina Marcela Giraldo Auxiliar administrativo - Contratista	Lina Giraldo
Revisado por	Brahian Gómez Vallejo Ingeniero - Contratista	Brahian Gomez
Revisado por	Carlos Fernando Luna Rincón Asesor Jurídico EAP- Contratista	
Aprobado por	Arnoy Milena Uribe Cely Representante Legal - Contratante	
Aprobado por	Gloria Cristina Correa Cardona Representante Legal - Contratista	
Declaramos que hemos revisado el presente documento y lo encontramos ajustado a las normas y disposiciones legales.		

NIT 901537788-3
Tel 4 8 17 40 Ext 104
Cra 14 Maagonia 17 Parque
321 546 04 52

ACTA DE INICIO

CONTRATANTE:	EMPRESA AUTÓNOMA DE EL PEÑOL - EAEP
NIT:	901.537.748-4
CONTRATISTA:	DYCO DISEÑO Y CONSULTORÍA S.A.S.
NIT:	900.989.360-5
OBJETO:	CONSULTORÍA PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL.
VALOR:	VEINTINUEVE MILLONES CUATROCIENTOS VEINTE MIL TRESCIENTOS SETENTA PESOS M/L ($29.420.370)
PLAZO:	EL PLAZO PARA LA EJECUCIÓN DEL PRESENTE CONTRATO, SE FIJA EN DOS (02) MESES, CONTADOS A PARTIR DE LA SUSCRIPCIÓN DEL ACTA DE INICIO, SIN SUPERAR VIGENCIA FISCAL, NI LA FECHA DE TERMINACIÓN DEL CONTRATO INTERADMINISTRATIVO NRO. 004 DE 2025 SUSCRITO ENTRE EL MUNICIPIO DE EL PEÑOL - ANTIOQUIA Y LA EAEP, LO QUE OCURRA PRIMERO.

CONSIDERANDO QUE:

Entre los suscritos: **ANNGY MILENA URIBE CIRO,** identificada con cédula de Ciudadanía 43.276.133, quien actúa en calidad de Representante Legal de la Empresa Autónoma De El Peñol - E.A.E.P, con NIT 901.537.748-4, quien en adelante se denominará **LA CONTRATANTE**, y por la otra, la empresa **DYCO DISEÑO Y CONSULTORÍA S.A.S.** identificada con NIT 900.898.360-5 representada legalmente por **GLORIA CRISTINA CORREA CARMONA**, mayor de edad, identificada con la cédula de ciudadanía 43.990.966, quien para los efectos del presente contrato se denominará **EL CONTRATISTA**, se celebró el Contrato CD-017-2025, cuyo objeto es: "CONSULTORÍA PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL".

Para la ejecución de dicho contrato, **EL CONTRATANTE** cuenta con los respectivos recursos, respaldados en el certificado de disponibilidad presupuestal Nro. 126 del veinticinco (25) de marzo de 2025 y el compromiso presupuestal Nro. 126 del dos (02) de abril de 2025 por valor final de VEINTINUEVE MILLONES CUATROCIENTOS VEINTE MIL TRESCIENTOS SETENTA PESOS M/L ($29.420.370).

NIT 901537748-4
Tra 6 # 17 - 40 - Local 101
Ed. La Milagrosa - El Peñol
310 546 91 32

De conformidad con lo solicitado por el dueño de los recursos y teniendo en cuenta los riesgos de la ejecución contractual, el contratista anexa póliza de garantía, la cual cuenta con aprobación.

La Supervisión del contrato en mención será ejercida por el Representante Legal de la Empresa Autonoma De El Peñol – E.A.E.P.

Por lo anterior las partes

ACUERDAN:

a. Establecer como fecha de inicio del contrato Nro. CD-017-2025, el siete (07) de abril de 2025.

b. Teniendo en cuenta que la fecha de terminación del contrato interadministrativo No. CI-004-2025 suscrito entre la EAEP y el municipio de El Peñol es el veintisiete (27) de mayo de 2025 y que el contrato CD-017-2025 no podrá superar dicha fecha, se establece como fecha de terminación del contrato CD-017-2025 el día veintisiete (27) de mayo de 2025.

Para constancia de lo anterior, firman la presente acta los que en ella intervinieron el día siete (07) de abril de 2025.

ANNGY MILENA URIBE CIRO
Representante Legal
Supervisor

GLORIA CRISTINA CORREA CARMONA
Representante Legal
Contratista

Funcionario / Contratista	Nombre / Cargo	Firma
Proyectado por	Lina Marcela Giraldo Auxiliar administrativo - Contratista	Lina Giraldo
Revisado por	Carlos Fernando Luna Rincón Asesor Jurídico EAP - Contratista	
Declaramos que hemos revisado el presente documento y lo encontramos ajustado a las normas y disposiciones legales y, por lo tanto, lo presentamos para firma		

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 143
Bl. La Milagrosa - El Peñol
310 546 91 32

ACTA DE TERMINACIÓN DEL CONTRATO DE CONSUTORÍA CD 017 DE 2025

El día veintisiete (27) de mayo del año 2025, en la oficina Empresa Autónoma de El Peñol, se reunieron **ANNGY MILENA URIBE CIRO**, identificada con Cédula de Ciudadanía No. 43.275.133 en calidad de Representante Legal y Supervisora de la Empresa Autónoma de El Peñol – EAEP, con NIT 901.537.748-4, y la señora **GLORIA CRISTINA CORREA CARMONA** identificada con cedula de ciudadanía No. 43.990.965, quien actúa en nombre y representación de la empresa **DYCO DISEÑO Y CONSULTORÍAS S.A.S**, con NIT 900.898.360-5, en calidad de contratista de consultoría; con el fin de dar por terminado el Contrato de Consultoría CD 017 de 2025 suscrito entre la EAEP y el Contratista.

CONSIDERACIONES

1. Que, entre la Empresa Autónoma de El Peñol – E.A.E.P y el Municipio de El Peñol se suscribió el Contrato interadministrativo No. CI 004 de 2025, que tiene por objeto: CONTRATO INTERADMINISTRATIVO DE ADMINISTRACIÓN DELEGADA DE RECURSOS PARA EL PROYECTO "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR : A ESPERANZA, COMPRENDIDO EN COMPRENDIDO EN LAS CARRERA 23C, ENTRE LA DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL".

2. Que, para cumplir con el Contrato Interadministrativo, la Empresa Autónoma de El Peñol - EAEP suscribió el Contrato de Consultoría CD 004 de 2025 con la empresa DYCO DISEÑO Y CONSULTORÍAS S.A.S:

CONTRATO DE CONSULTORÍA CD 017 DE 2025	
CONTRATANTE:	EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL NIT: 901.537.748-4
CONTRATISTA:	DYCO DISEÑO Y CONSULTORIAS S.A.S NIT: 900.898.360-5
OBJETO:	CONSULTORÍA PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN COMPRENDIDO EN LAS CARRERA 23C, ENTRE LA DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A

NIT 901537748 4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol
316 546 91 32

ACTA DE TERMINACIÓN
CONTRATO DE CONSULTORÍA CD-017-2025

CONTRATO DE CONSULTORÍA CD 017 DE 2025	
	LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL.
PLAZO:	DOS (02) MESES a partir de la suscripción del acta de inicio
FECHA DE INICIO:	07 DE ABRIL DE 2025
FECHA DE FINALIZACIÓN:	27 DE MAYO DE 2025
VALOR:	VEINTINUEVE MILLONES CUATROCIENTOS VEINTE MIL, TRESCIENTOS SETENTA PESOS M/L ($29.420.370)

3. Que, las partes han decidido dar por terminado el contrato mencionado a partir del día veintisiete (27) de mayo de 2025, en virtud del vencimiento del plazo contractual.

4. Que, a la fecha de suscripción de la presente acta, el contratista de consultoría DYCO DISEÑO Y CONSULTORÍAS S A S, se encuentra pendiente de realizar ajustes a documentos técnicos y entrega del informe final consolidado de los trabajos objetos del contrato; para posterior revisión.

5. Que, la EAEP se reserva el derecho de realizar seguimiento al cumplimiento de las obligaciones pendientes y, de ser necesario, aplicar los mecanismos contractuales correspondientes en caso de incumplimiento.

6. Que, una vez el contratista haga entrega de los compromisos pendientes, se procederá con la suscripción del Acta de Entrega y Recibo a Satisfacción, lo cual es requisito para la respectiva actualización de pólizas.

En mérito de lo anterior,

ACUERDAN:

PRIMERO: Dar por terminado el Contrato de Consultoría CD 017 de 2025, a partir del veintisiete (27) de mayo de 2025, por vencimiento del plazo contractual.

SEGUNDO: Reconocer la existencia de compromisos pendientes por parte del contratista, los cuales deberán ser cumplidos conforme a los plazos y condiciones pactadas.

NIT 901537748-4
Tra 4 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol.
310 545 01 82

TERCERO: Dejar constancia de que la EAEP dará seguimiento a dichos compromisos y que solo una vez se cumplan a cabalidad, se procederá con el cierre contractual definitivo y la elaboración del Acta de Entrega y Recibo Final.

Verificado lo anterior, en consecuencia, firman las personas que intervienen a los veintisiete (27) de mayo de 2025.

ANNGY MILENA URIBE CIRO
Gerente
Empresa Autónoma de El Peñol - EAEP

GLORIA CRISTINA CORREA CARMONA
Representante Legal
DYCO DISEÑO Y CONSULTORÍAS S.A.S
Contratista de consultoría

Funcionario / Contratista	Nombre	Firma
Proyectado por	Brisbeth Gomez Vallejo Profesional Apoyo a la Supervisión EAEP - Contratista	
Revisado por	Carolina Soto Alzate Asesor Jurídico EAEP - Contratista	

Declaramos que hemos revisado el presente documento y lo encontramos ajustado a las normas y disposiciones legales, y por lo tanto lo presentamos para firma.

NIT 901537748-4
Tra 1 # 17 - 40 - Local 194
Ed. La Milagrosa / El Peñol
310 546 91 92

PROYECTO

NUMERO DEL CONTRATO: CD-017-2025

ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL

LOCALIZACIÓN:

MUNICIPIO DE EL PEÑOL

ELABORADO POR:

DYCO DISEÑO Y CONSULTORÍA S.A.S.

Contrato de consultoría No. CD-017-2025

Informe # 01
Junio 2025
Versión 1

Original (x) Copia ( )

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 7
2. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 8
2.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 8
2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 9
2.3. ALCANCE CONTRACTUAL 10
2.4. MARCO TEÓRICO / CONCEPTUAL 10
2.5. CONTRATOS SUSCRITOS 12
2.6. ANÁLISIS DE ESTUDIOS PREVIOS Y DIAGNÓSTICO (FASE DE ESTUDIOS) 12
2.6.1. Levantamiento Topográfico 12
2.6.2. Estudio de Suelos 12
2.6.3. Estudio Geológico y Geotécnico 12
2.6.4. Estudio de transito 13
2.6.5 Estudio hidrológico e hidráulico 13
2.6.7 Plan de Manejo de Tránsito 13
2.6.8. Plan de Acción Ambiental de Obra 13
2.6.9. Proceso Constructivo: 14
2.6.5. ANÁLISIS DE ESTUDIOS PREVIOS Y DIAGNÓSTICO (FASE DE RESULTADOS) 14
2.6.6. Entregables 14
2.6.1. Descripción resultados por entregable 14
2.6.2. Levantamiento Topográfico 15
2.6.3. Estudio de Suelos 16
2.6.4. Estudio Geológico y Geotécnico 20
2.6.5. Estudio de transito 22
2.6.6. Diseño de la Estructura del Pavimento Flexible (Método INVIAS) 25
2.6.7. Estudio hidrológico e hidráulico 28
2.6.9 Plan de Manejo de Tránsito 32
2.6.8. Plan de Acción Ambiental de Obra 34
2.6.9. Proceso Constructivo 35
2.6.10. Presupuesto 36
2.7. RELACIÓN POLIZAS 37
2.8. RELACION PERSONAL 37
2.9. ACTA DE COBRO 38

2.9.1 Contrato de obra 39
2.9.2 Control de pagos de seguridad social 39
3. **CONSIDERACIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES** 40
4. **CONCLUSIONES** 41

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos del contrato de consultoría 12
Tabla 2. Entregables 14
Tabla 3. Relación pólizas 37
Tabla 4. Profesionales contratados por DYCO S.A.S. 37
Tabla 5. Acta de Cobro. 38
Tabla 6. Actas suscritas del contrato de obra No. 008 2025. 39
Tabla 7. Relación Personal 39

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Resultados 15
Ilustración 2. Mapa geológico del área 16
Ilustración 3. Fotografías de calicatas AP1 y AP2. 17
Ilustración 4. Espectro elástico de aceleraciones para El Peñol. 18
Ilustración 5. Mapa geomorfológico de la zona. 18
Ilustración 6. Características de los sondeos ejecutados. 20
Ilustración 7. Registro de accidentes de tránsito por año en El Peñol. 23
Ilustración 8. Fotografías de aforos vehiculares en campo. 23
Ilustración 9. Categorías de tránsito y estimación de ejes equivalentes. 24
Ilustración 10. Estructura típica de pavimento flexible. 25
Ilustración 11. Especificaciones de materiales para reemplazo. 26
Ilustración 12. Espesores de capas en la estructura de pavimento flexible Carrera 23c. 26
Ilustración 13. Espesores de capas en la estructura de pavimento flexible vía de ingreso vereda 27
Ilustración 14. Áreas aferentes de vía a ubicada al ingreso de la vereda Horizontes y al centro de acopio del Municipio. 28
Ilustración 15. Áreas aferentes de vía a pavimentar Carrera 23C. 29
Ilustración 16. Asignación De Velocidad De Diseño De Tramos Homogéneos (VTR). 31
Ilustración 17. Sección de la vía. 31
Ilustración 18. categoría de impacto. 32
Ilustración 19. Implementación preliminar del PMT 33

LISTA DE ANEXOS

Anexo A – Ensayo de Laboratorio – Estudio de Suelos, Estudio de Pavimento

Anexo A – Ensayo PDC – Estudio Geotècnico, Estudio de Pavimento

Anexo C – Aforo de Transito - Estudio Geotécnico, Estudio de Tránsito, Estudio de Pavimento

Anexo D – Calculo de EE y TPD, Estudio de Tránsito, Estudio de Pavimento

Anexo Acta de Cobro

Anexo Planillas de Seguridad Social

Anexo de inicio de contrato

Anexo de terminación de contrato

LISTA DE DISTRIBUCIÓN

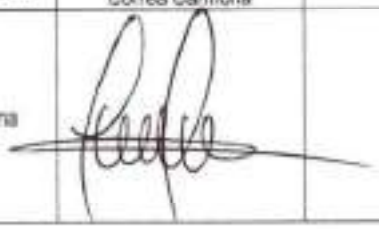
Copias de este documento han sido entregadas a las dependencias indicadas en el cuadro siguiente. Todas aquellas observaciones que resulten de su revisión y aplicaciones, deben ser informadas al director del proyecto para proceder a ejecutar sus modificaciones.

DISTRIBUCIÓN	ÁREA O DEPENDENCIA	No. De copias
Copia 1	EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL	Original
Copia 1	EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL	Original
Copia 1	EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL	Original

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

ÍNDICE VERSIÓN	CAPÍTULO MODIFICADO	FECHA DE MODIFICACIÓN	OBSERVACIONES
0			Versión original

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

TITULO DOCUMENTO:		INFORME DE ACTIVIDADES No. 01		
SEGUIMIENTO	NUMERO DE REVISIÓN	0	1	2
	RESPONSABLE POR ELABORACIÓN — Nombre	Juan Camilo Ríos Londoño		
	RESPONSABLE POR ELABORACIÓN — Firma			
	RESPONSABLE POR APROBACIÓN — Nombre	Arq. Gloria Cristina Correa Carmona		
	RESPONSABLE POR APROBACIÓN — Firma			

1. INTRODUCCIÓN

En cumplimiento del contrato suscrito para la realización de estudios y diseños de pavimentación en el municipio de El Peñol, me permito presentar el siguiente informe de actividades y productos entregados, conforme a los ítems establecidos contractualmente.

El objeto del contrato es el siguiente:

"CONSULTORÍA PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL."

Este proyecto busca mejorar la infraestructura vial de un sector estratégico del municipio, mediante la construcción de una vía en asfalto caliente que cumpla con las condiciones técnicas, ambientales y de seguridad vial exigidas por la normatividad vigente. En ese sentido, las actividades desarrolladas en esta etapa corresponden a los estudios técnicos especializados necesarios para sustentar el diseño geométrico, geotécnico y estructural de la vía proyectada.

El presente informe detalla de manera específica las actividades ejecutadas durante el periodo correspondiente, describiendo los procedimientos, metodologías empleadas, resultados obtenidos y entregables generados.

2. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

2.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra localizado en la zona urbana del municipio del Peñol, departamento de Antioquia.



Imagen 1. Localización del proyecto

2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

- **Antecedentes del Proyecto:** El presente informe se suscribe en cumplimiento del contrato CD-017-2025, cuyo objeto es la realización de estudios y diseños para la construcción de pavimento en asfalto caliente en el Sector La Esperanza del municipio de El Peñol. El proyecto abarca la Carrera 23C, entre la Transversal 15 y 8 en la zona urbana, y el ingreso a la vereda Horizontes y al centro de acopio del municipio.
- **Justificación:** El proyecto busca mejorar la infraestructura vial de un sector estratégico del municipio, con la construcción de una vía en asfalto caliente que cumpla con las condiciones técnicas, ambientales y de seguridad vial exigidas por la normatividad vigente.
- **Objetivos del Estudio:**
    - **Objetivo General:** Realizar los estudios y diseños necesarios para la construcción de pavimento en asfalto caliente en el Sector La Esperanza del municipio de El Peñol, cumpliendo con las especificaciones contractuales y la normativa vigente.
    - **Objetivos Específicos:**
        - Levantamiento Topográfico, con cartera topográfica e informe topográfico. plantas, perfiles, cortes, estructurales y obras de drenaje.
        - Estudio de suelos con registro fotográfico, georreferenciado.
        - Estudio Geológico y Geotècnico con registro fotográfico, georreferenciado.
        - Estudio de Tránsito.
        - Diseño de la estructura de pavimento en asfalto.
        - Diseño geométrico de la vía.
        - Diseño Hidrológico e hidráulico.
        - Presupuesto detallado de obra con Análisis de Precios Unitario (APUs), cronograma detallado de actividades y calculo detallado de AU.
        - Plan de manejo de Tránsito y el costeo para su implementación.
        - Proceso constructivo.
        - Plan de acción socioambiental de obra.

2.3. ALCANCE CONTRACTUAL

Alcance del Estudio: Las actividades desarrolladas corresponden a los estudios técnicos especializados necesarios para sustentar el diseño geométrico, geotécnico y estructural de la vía proyectada. El alcance incluye específicamente:

- Levantamiento Topográfico.
- Estudio de Suelos.
- Estudio Geológico y Geotécnico.
- Estudio de Tránsito, Diseño de la Estructura de Pavimento en Asfalto.
- Diseño Geométrico de la Vía, Diseño Hidrológico e Hidráulico.
- Presupuesto detallado de obra.
- Plan de Manejo de Tránsito.
- Proceso Constructivo.
- Plan de Acción Socioambiental de Obra.

- **Fechas y Valor del Contrato:**
    - Fecha de Inicio de Contrato CD-017-2025: 07 de abril de 2025
    - Fecha de Terminación de Contrato CD-017-2025: 27 de mayo de 2025
    - Valor del Contrato: $29.420.370 (Veintinueve millones cuatrocientos veinte mil trescientos setenta mil pesos m/l)

2.4. MARCO TEÓRICO / CONCEPTUAL

- Normativa aplicable para diseño vial en Colombia INVIAS para diseño geométrico, manual de diseño de pavimentos asfálticos vías con bajos volúmenes de tránsito
- VÍAS CON BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO Principios de ingeniería de pavimentos flexibles.
- Conceptos de hidrología e hidráulica aplicados a infraestructura vial. Manual de drenajes para carreteras INVIAS
- Marco legal y normativo para planes de manejo de tránsito y planes ambientales.

7. Metodología

- **Tipo de Investigación/Estudio:** Exploratorio y descriptivo, con énfasis en estudios técnicos especializados para el diseño de infraestructura vial.
- **Fuentes de Información:**
  - **Primarias:**
    - Levantamiento topográfico georreferenciado del área de intervención.
    - Exploración del subsuelo, toma de muestras y ensayos de laboratorio para el estudio de suelos.
    - Trabajo de campo, toma de muestras y ensayos de laboratorio para el estudio geotécnico.
    - Diagnóstico de movilización actual y determinación de flujos vehiculares para el estudio de tránsito.
  - **Secundarias:**
    - Normativa vigente (INVIAS)
    - Información existente sobre las características geológicas, hidrológicas del área
- **Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos:**
  - Equipos de topografía GPS GNSS RTK para levantamiento
  - Equipos para PDC y toma de muestras de suelo APIQUES
  - Equipos de laboratorio para ensayos de suelos y geotécnicos CBR, módulo de reacción, análisis granulométricos,
  - Conteo vehicular y clasificación para estudio de tránsito.
- **Procedimiento de Análisis de Datos:**
  - Procesamiento de datos topográficos para generación de planos.
  - Análisis de resultados de ensayos de laboratorio para caracterización de subrasante, suelos expansivos, asentamientos.
  - Cálculo de flujos vehiculares y ejes equivalentes para 10 y 20 años, análisis de capacidad y niveles de servicio.
  - Aplicación de la normativa INVIAS para el diseño de la estructura de los pavimentos asfálticos vías con bajos volúmenes de tránsito
  - Modelación hidrológica para el análisis de lluvia, caudales y efectos de inundaciones.
  - Cálculo de cantidades de obra y análisis de precios unitarios para el presupuesto.

2.5. CONTRATOS SUSCRITOS

Tabla 1. Datos del contrato de consultoría

CONTRATO DE CONSULTORÍA CD 017 DE 2025	
CONTRATANTE:	EMPRESA AUTÓNOMA DE EL PEÑOL NIT: 901.537.748-4
CONTRATISTA:	DYCO DISEÑO Y CONSULTORÍAS S.A.S NIT: 900.898.360-5
OBJETO:	CONSULTORÍA PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN COMPRENDIDO EN LAS CARRERA 23C, ENTRE LA DIRECCIONES CARRERA 23C ENTRE TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PENOL
PLAZO:	DOS (02) MESES a partir de la suscripción del acta de inicio
FECHA DE INICIO:	07 DE ABRIL DE 2025
FECHA DE FINALIZACIÓN:	27 DE MAYO DE 2025
VALOR:	VEINTINUEVE MILLONES CUATROCIENTOS VEINTE MIL TRESCIENTOS SETENTA PESOS M/L ($29.420.370)

2.6. ANÁLISIS DE ESTUDIOS PREVIOS Y DIAGNÓSTICO (FASE DE ESTUDIOS)

2.6.1. Levantamiento Topográfico

Se realizó el levantamiento topográfico georreferenciado del área de intervención. Se entregaron planos generales (3 copias físicas y 1 magnéticas) e informe escrito con memorias y cartera topográfica, utilizando norte cartesiano.

Profesional Encargado: **Sebastián Ramírez Rincón - Tecnólogo en Topografía.**

2.6.2. Estudio de Suelos

Se ejecutó el estudio de suelos para la vía, incluyendo exploración del subsuelo, caracterización de la subrasante, determinación de CBR y módulo de reacción, análisis de suelo expansivo y recomendaciones técnicas. Se entregaron ensayos de laboratorio, planos de localización de sondeos y memorial de responsabilidad.

Profesional Encargado: **Carlos Mario Henao Yepes – Ingeniero Civil – Especialista en Geotecnia.**

2.6.3. Estudio Geológico y Geotécnico

Geológico: Incluyendo análisis estructurales, litológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos.

Profesional Encargado: **Duvan Yesid Munevar Tocarruncho - Ingeniero Geólogo – Especialista en Geotecnia Vial.**

Geotécnico: trabajo de campo, toma de muestras, ensayos de laboratorio y estimación de asentamientos.

Profesional Encargado: **Carlos Mario Henao Yepes – Ingeniero Civil – Especialista en Geotecnia.**

2.6.4. Estudio de transito

Se efectuó el diagnóstico de la movilización actual y se estableció una linea base de tránsito. Se determinaron flujos vehiculares, número de ejes equivalentes para 10 y 20 años, análisis de capacidad y niveles de servicio.

Profesional Encargado: **Carlos Mario Henao Yepes – Ingeniero Civil.**

2.6.5 Estudio hidrológico e hidráulico

Se ejecutaron los estudios hidrológicos e hidràulicos, considerando la cantidad de agua superficial y subterránea, estudios de socavación, dimensionamiento de obras de drenaje y subdrenaje. Se presentó la metodología de modelación hidrológica, anàlisis de lluvia, caudales, efectos de inundaciones y geomorfología.

Profesional Encargado: Yaline Marín Totena - Ingeniera Sanitaria

2.6.5 Diseño de la Estructura del Pavimento Flexible (Método INVIAS)

Se realizó el diseño de la estructura del pavimento según normativa INVIAS, utilizando resultados de ensayos de laboratorio, métodos empíricos y análisis mecanicista. Se garantizó la relación adecuada entre repeticiones admisibles y de diseño.

Profesional Encargado: Carlos Mario Henao Yepes – Ingeniero Civil.

2.6.6 Diseño geométrico

Se elaboró el diseño vial definitivo conforme a las normas técnicas y al EOT del municipio. Se entregaron planos geo-referenciados en planta, perfil longitudinal, secciones transversales, diseño de intersecciones, cotas y coordenadas, estructura de pavimento, carteras de localización, y cálculo de cantidades de obra. Incluye informe técnico completo con anexos.

Profesional Encargado: Carlos Mario Henao Yepes – Ingeniero Civil

2.6.7 Plan de Manejo de Tránsito

Se diseñó y entregó el Plan de Manejo de Tránsito, aprobado por la oficina de tránsito municipal. Incluye planes de señalización, circulación vehicular y peatonal, medidas de mitigación de impacto, socialización con la comunidad, guías de dispositivos de control y protocolo de capacitación del personal encargado.

Profesional Encargado: Carlos Mario Henao Yepes – Ingeniero Civil.

2.6.8. Plan de Acción Ambiental de Obra

Se elaboró y entregó el plan ambiental conforme al alcance contractual, incluyendo medidas de mitigación de impactos, manejo de residuos, protección del suelo y redes, seguridad del personal, capacitaciones, gestión social y contingencias.

Profesional Encargado: Yaline Marín Totena - Ingeniera Ambiental

2.6.9. *Proceso Constructivo:*

Se presentó el proceso detallado de cada actividad constructiva, con especificación de materiales, equipos, mano de obra, riesgos y sus respectivas medidas de mitigación, conforme a los diseños aprobados.

Profesional Encargado: Carlos Mario Henao Yepes – Ingeniero Civil

2.6.5. ANÁLISIS DE ESTUDIOS PREVIOS Y DIAGNÓSTICO (FASE DE RESULTADOS)

2.6.6. *Entregables*

Tabla 2. Entregables

producto	cumplimiento
Levantamiento Topográfico.	ENTREGADO ANEXO FISICO Y DIGITAL
Estudio de Suelos.	ENTREGADO ANEXO FISICO Y DIGITAL
Estudio Geológico y Geotécnico.	ENTREGADO ANEXO FISICO Y DIGITAL
Estudio de Tránsito, Diseño de la Estructura de Pavimento en Asfalto.	ENTREGADO ANEXO FISICO Y DIGITAL
Diseño Geométrico de la Vía, Diseño Hidrológico e Hidráulico.	ENTREGADO ANEXO FISICO Y DIGITAL
Presupuesto detallado de obra.	ENTREGADO ANEXO FISICO Y DIGITAL
Plan de Manejo de Tránsito.	ENTREGADO ANEXO FISICO Y DIGITAL
Proceso Constructivo	ENTREGADO ANEXO FISICO Y DIGITAL
Plan de Acción Socioambiental de Obra.	ENTREGADO ANEXO FISICO Y DIGITAL

2.6.1. *Descripción resultados por entregable*

Como resultado del proceso de estudios y diseños para la construcción de pavimento en asfalto caliente en la Carrera 23C y la vía de ingreso a la vereda Horizontes del municipio de El Peñol, se desarrollaron los diferentes diseños técnicos requeridos para garantizar la viabilidad y sostenibilidad del proyecto.

Los diseños realizados abarcan aspectos fundamentales como la topografía del terreno, las condiciones geológicas y geotécnicas, el comportamiento de la subrasante, las características del tránsito vehicular, el diseño geométrico del trazado vial, la estructura del pavimento, el manejo hidrológico e hidráulico de las aguas superficiales, y la organización del tránsito durante la etapa constructiva.

Cada uno de estos componentes fue estructurado con base en la normativa vigente, criterios técnicos y condiciones particulares del sitio, con el fin de proponer soluciones integrales que aseguren la funcionalidad, estabilidad y seguridad de la infraestructura proyectada.

2.6.2. *Levantamiento Topográfico*

El presente informe corresponde al levantamiento topográfico realizado como parte de los estudios y diseños para la pavimentación en asfalto caliente del sector La Esperanza, en el municipio de El Peñol, Antioquia.

El levantamiento se realizó siguiendo metodologías establecidas por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), con el fin de generar la base cartográfica y topográfica necesaria para el diseño geométrico y estructural del pavimento. La primera etapa consistió en la recopilación de información general sobre el terreno y las construcciones existentes, así como la identificación de linderos y elementos físicos presentes en el área de intervención.

Se implementó un sistema de control terrestre a partir del sistema de coordenadas MAGNA SIRGAS EPSG 9377 (origen nacional). Adicionalmente, se cargó el modelo geoidal GEOIDCOL2004 para la definición altimétrica del proyecto, garantizando así un marco de referencia confiable y preciso tanto en planta como en elevación.

El trabajo de campo comenzó con el amarre geodésico, ejecutado mediante equipos GNSS de doble frecuencia, posicionando una serie de mojones distribuidos a lo largo del trazado: GPS 001_002, GPS 003_004 y GPS 004_005. Cada punto fue rastreado por al menos 6 horas (360 épocas), tomando como bases los vértices MEDE (Medellín) y BERR (Puerto Berrío), reconocidos por el IGAC. Luego, se realizó el postproceso de las observaciones para obtener las coordenadas ajustadas de cada vértice.

Posteriormente, se desarrolló un levantamiento convencional con estación total, empleando el equipo HI-TARGET ZTS360-R, configurado para mediciones de alta precisión. Se utilizó el método de poligonal abierta, con visadas dobles para minimizar errores de operador y lograr un cierre angular y lineal conforme a las especificaciones de cuarto orden establecidas para poligonales secundarias.

DESCRIPCION	CUARTO ORDEN	POLIGONALES SECUNDARIAS
Límite de error azimutal	15" (N) ½	30" (N) ^ ½
Máximo error en	1:10,000	1:5.00
Distancia	1:5.00	1:3.00
Cierredespues del ajuste	MC o	MC o Crandall
Acimutal	Crandall	
Criterio de calculo		

Ilustración 1. Resultados

Durante esta fase, se capturaron los elementos clave de la zona: construcciones existentes, elementos de vegetación representativa, márgenes del río y diferencias de relieve del terreno natural (TN). Esta información permitió establecer la topografía real del área y facilitar la elaboración de productos cartográficos, planos de planta y secciones transversales.

Además del levantamiento terrestre, se realizó un vuelo fotogramétrico con dron marca UATEL modelo EVO R3 PRO, equipado con cámara de resolución 6K. Se realizó un solo vuelo a 80 metros de altura, con velocidad de 5 m/s y toma de fotografías cada 2 segundos. El vuelo se ejecutó en modo manual, asegurando coberturas completas mediante pasadas de ida y vuelta. Para el georreferenciamiento del ortomosaico resultante, se emplearon puntos de control amarrados a coordenadas tomadas en campo.

El procesamiento de datos se llevó a cabo utilizando software especializado: AutoCAD Civil 3D para planos y secciones, y Agisoft Metashape para la fotogrametría. El sistema de coordenadas adoptado se mantuvo constante en toda la operación (MAGNA SIRGAS EPSG 9377), garantizando la integración de todos los productos.

Durante el análisis y compensación de la poligonal se aplicaron procedimientos estándar: corrección de distancias por refracción, curvatura, diferencia de alturas de instrumento y señal, así como ajuste azimutal para las coordenadas planas. Se calcularon las distancias horizontales (DH) y verticales (DV) mediante trigonometría directa:

DH=St·cos(h), DV=St·sin(h)

Donde St es la distancia inclinada corregida y h el ángulo medio. La compensación del error de cierre lineal se realizó proporcional a las longitudes de cada lado de la poligonal, aplicando las fórmulas de incremento para norte (DN) y este (DE).

Finalmente, toda la información obtenida y procesada fue consignada en los formatos establecidos, y se anexaron las carteras de campo correspondientes como archivos independientes. Este informe constituye un insumo fundamental para las fases de diseño geométrico, hidráulico y estructural del proyecto vial, asegurando precisión en la ubicación, niveles y características físicas del área de intervención.

2.6.3. *Estudio de Suelos*

El presente informe corresponde al estudio geotécnico realizado como parte de la fase de estudios y diseños del proyecto de pavimentación en el municipio de El Peñol. El tramo evaluado comprende aproximadamente 150 metros distribuidos en dos frentes (90 m y 60 m), localizados en el extremo norte del área urbana. El objetivo principal fue establecer la estructura de pavimento adecuada a partir de la caracterización del terreno, considerando criterios de estabilidad, capacidad de soporte, comportamiento sísmico y condiciones hidráulicas del suelo, de acuerdo con la normativa del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y las recomendaciones de AASHTO-93.

En primera instancia, se realizó una inspección técnica del terreno por parte del equipo de geología y geotecnia. Esta visita permitió identificar elementos morfológicos y condiciones superficiales del trazado. Adicionalmente, se procedió con la revisión de información secundaria, incluyendo cartografía geológica y geomorfológica de la Plancha 147 – Medellín Oriental, suministrada por el Servicio Geológico Colombiano. La zona se encuentra influenciada por tres unidades litológicas predominantes: los depósitos aluviales recientes (Q2al), el Batolito Antioqueño (Q2ta y Q2mg) y el Complejo El Retiro – Anfibolitas de Medellín (PRam). Estas formaciones se caracterizan por su heterogeneidad, pero presentan condiciones estructurales aceptables para el desarrollo de infraestructura vial.

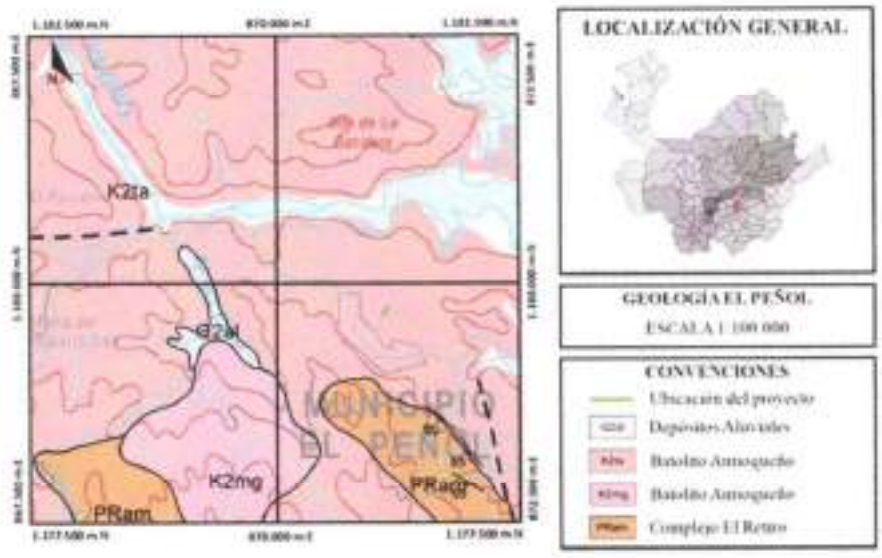


Ilustración 2. Mapa geológico del área

La fase de campo comprendió la ejecución de dos calicatas (AP1 y AP2) con una profundidad de 1,5 m y la aplicación de ensayos de penetración dinámica (PDC) en cuatro puntos, siguiendo la densidad recomendada por la norma INVIAS (un sondeo cada 250 m). Estas actividades se orientaron a conocer las propiedades físicas y mecánicas de los materiales que conforman la subrasante. Las calicatas permitieron extraer muestras alteradas que fueron analizadas posteriormente en laboratorio. La ubicación precisa de los puntos de exploración fue determinada mediante GPS.

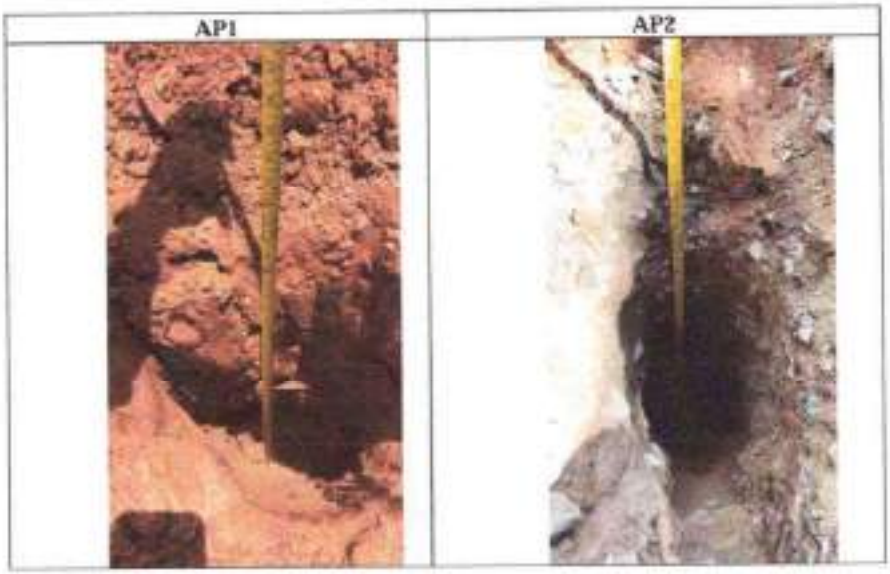


Ilustración 3. Fotografías de calicatas AP1 y AP2.

Los ensayos de laboratorio incluyeron determinación de humedad natural, análisis granulométrico, límites de consistencia (líquido y plástico) y ensayo CBR (California Bearing Ratio). Según los resultados obtenidos, los materiales superficiales del terreno se clasifican como limos de baja plasticidad (ML) y arenas limosas (SM), con contenidos moderados de finos, y resistencia al corte entre media y alta. Se evidenció la presencia de un estrato superficial de textura areno-arcillosa con clastos embebidos en una matriz moderadamente plástica, y un segundo nivel más cohesivo y fino, de espesor variable (hasta 75 cm).

En ninguno de los sondeos realizados se identificó la presencia del nivel freático, lo que sugiere condiciones favorables para el soporte del pavimento, aunque se recomienda vigilancia durante la etapa constructiva para detectar posibles afloramientos en épocas de lluvia.

En cuanto a la clasificación del perfil sísmico, se aplicaron los lineamientos establecidos en la NSR-10. La zona fue categorizada como tipo de suelo D, al presentar valores de N-SPT menores a 50 golpes. Se determinó un valor de aceleración pico efectiva (Aa) de 0,15 g, y un coeficiente sísmico horizontal de diseño de 0,23 g. Esto implica que el diseño del pavimento y de estructuras asociadas (cunetas, muros, drenajes) debe considerar la aplicación de fuerzas sísmicas mediante análisis pseudoestáticos. También se calculó un coeficiente sísmico vertical de 0,18 g, correspondiente a dos tercios del horizontal.

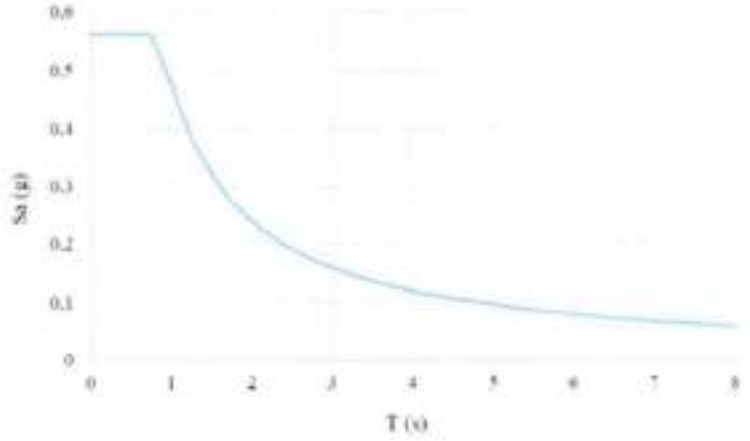


Ilustración 4. Espectro elástico de aceleraciones para El Peñol.

En términos de geomorfología, el corredor vial se encuentra en una zona caracterizada por lomerios disectados y planicies aluviales confinadas. Estas formas del relieve corresponden a colinas de pendientes suaves a moderadas, modeladas por procesos erosivos e influenciadas por la acción hídrica superficial. Las características morfotectónicas permiten inferir una relativa estabilidad del terreno, aunque se identifican zonas con susceptibilidad a deslizamientos por acción antrópica, deforestación o manejo inadecuado de aguas.



Ilustración 5. Mapa geomorfológico de la zona.

Con base en el análisis de los resultados de campo y laboratorio, se elaboró una propuesta de diseño de pavimento flexible que contempla el uso de materiales granulares y capas de subrasante mejoradas en los tramos donde los valores de CBR son bajos. Se establecieron recomendaciones técnicas para el manejo de aguas, incluyendo el diseño de subdrenes, cunetas y sistemas de captación para prevenir filtraciones y acumulación de humedad bajo el pavimento. Se enfatiza la necesidad de realizar una adecuada compactación de la subrasante y materiales de reemplazo para garantizar la capacidad estructural de la vía.

El estudio también incluye recomendaciones sobre excavaciones controladas, geometría de rellenos, manejo de taludes, y mantenimiento de juntas y losas, en caso de presentarse elementos de concreto en la estructura vial o zonas adyacentes. La intervención deberá considerar estas directrices para evitar afectaciones a la vida útil de la vía y asegurar su comportamiento óptimo frente a cargas y condiciones ambientales.

Conclusiones del Estudio de Suelos

Clasificación del suelo: Los materiales encontrados en el tramo evaluado corresponden a suelos tipo ML (limo de baja plasticidad) y SM (arena limosa), según el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS). Estos presentan una consistencia media a rígida, lo cual es aceptable para la conformación de la subrasante.

Ausencia de arcillas expansivas: No se evidenció la presencia de materiales con comportamiento expansivo (arcillas), lo cual es favorable para la estabilidad de la estructura del pavimento.

Nivel freático: No se detectó la presencia del nivel freático dentro de la profundidad auscultada (hasta 1,5 m), lo cual favorece las condiciones de estabilidad del suelo de soporte.

Capacidad de soporte: El valor promedio del ensayo CBR (California Bearing Ratio) fue inferior al 8%, lo que indica una resistencia baja a media, por lo cual se recomienda realizar mejoramientos o reemplazos parciales de subrasante en sectores donde se requiera.

Condiciones sísmicas: Con base en la NSR-10, el perfil del suelo corresponde a tipo D, con un coeficiente sísmico horizontal de 0,23 g y vertical de 0,18 g. Estos valores deben ser tenidos en cuenta en el diseño de las estructuras viales y obras de contención.

Condiciones geomorfológicas y geológicas: El terreno presenta una mezcla de rocas ígneas, metamórficas y depósitos aluviales. Aunque no se evidencian condiciones críticas en superficie, se recomienda tener precaución en sectores con pendientes pronunciadas o cambios abruptos de relieve.

Recomendaciones Técnicas

- Mejoramiento de la subrasante: En sectores con CBR bajo o materiales de baja capacidad portante, se recomienda reemplazar el suelo con materiales granulares compactados o aplicar estabilización con cal o cemento, según el diseño de ingeniería.
- Manejo de taludes: Las excavaciones y cortes deben ejecutarse con control de pendiente, preferiblemente con taludes 1:1.5 o 1:2, y considerar la protección superficial con vegetación o geotextiles si hay exposición prolongada.
- Sistema de drenaje: Se deben incluir subdrenes longitudinales o transversales en zonas donde la escorrentía superficial o subterránea pueda afectar la estructura del pavimento. El drenaje superficial debe estar bien diseñado para evitar empozamientos.
- Compactación controlada: Todo material de reemplazo debe compactarse al 95% del Proctor Modificado, y la humedad durante la compactación debe mantenerse dentro de ±2% respecto al óptimo.
- Seguimiento técnico durante la obra: Se recomienda supervisión geotécnica continua durante las fases de excavación y conformación de la estructura de pavimento, para validar las condiciones reales y hacer ajustes en campo si se detectan variaciones relevantes.
- Preservación de la cobertura vegetal: Mantener la vegetación natural en zonas no intervenidas ayuda a estabilizar taludes y controlar la erosión. En áreas deforestadas, se recomienda revegetar al finalizar la obra.

2.6.4. *Estudio Geológico y Geotécnico*

Geológico

El presente informe corresponde al estudio geológico del proyecto vial ubicado sobre la carrera 23C y el acceso al centro agroempresarial del municipio de El Peñol. La zona evaluada abarca aproximadamente 150 metros de longitud distribuidos en dos frentes (90 m y 60 m), localizados en la zona norte del casco urbano.

La metodología incluyó una visita técnica al área y sus alrededores, así como la ejecución de calicatas (sondeos manuales de 1,5 m de profundidad), ensayos de penetración dinámica (PDC), muestreo alterado y análisis de laboratorio. Se llevaron a cabo ensayos de clasificación como contenido de humedad natural, granulometría, límites de plasticidad y CBR. Esta información permitió establecer las propiedades físicas y mecánicas del suelo de subrasante.

Sondeo	Profundidad (m)	Coordenadas globales WGS-84			
		Latitud	Longitud	Altura (m s.n.m.)	Abscisa
AP1-PDC1	1,5	6°13'21.30"N	75°14'44.33"O	1.963	km 0+045
PDC2	-	6°13'20.29"N	75°14'45.04"O	1.965	km 0+090
PDC3	-	6°13'22.42"N	75°14'43.49"O	1.958	km 0+000
AP2-PDC4	1,5	6°13'25.72"N	75°14'43.10"O	1.963	km 0+030

Fuente: DYCO S.A.S., 2025

Ilustración 6. Características de los sondeos ejecutados.

En cuanto al análisis sísmico, el suelo fue clasificado como perfil tipo D, con una aceleración pico efectiva (Aa) de 0,15 g. Con base en la NSR-10, se calcularon los coeficientes sísmicos horizontal y vertical: Kh = 0,23 y Kv = 0,18, respectivamente. Estos parámetros se aplican para el diseño seudoestático de estructuras como muros y obras de contención.

Geológicamente, la zona se encuentra sobre tres unidades litológicas predominantes: los depósitos aluviales (Q2al), el Batolito Antioqueño (K2ta y K2mg) y el Complejo El Retiro – Anfibolitas de Medellín (PRam). Estas unidades presentan diferentes grados de resistencia y comportamiento geomecánico. Los depósitos aluviales son materiales sueltos y permeables, susceptibles a erosión; el batolito representa rocas ígneas de gran resistencia, pero con meteorización profunda, mientras que las anfibolitas son rocas metamórficas con estructuras plegadas y alta heterogeneidad.

En el aspecto geomorfológico, el proyecto atraviesa diversas unidades como lomeríos disectados, muy disectados y poco disectados, así como planicies aluviales confinadas y áreas influenciadas por embalses. Estas unidades, derivadas de procesos denudacionales y fluviales, representan distintos niveles de estabilidad del terreno.

Conclusiones del Estudio Geológico

Los ensayos de laboratorio indicaron condiciones favorables en la subrasante, sin presencia de arcillas expansivas, lo que es positivo para la estabilidad estructural del pavimento.

Geológicamente, la región está compuesta por rocas ígneas, metamórficas y depósitos aluviales. Estas formaciones presentan un comportamiento geomecánico mixto, con zonas estables y otras más susceptibles a deformaciones.

La presencia de la Falla Romeral en la región evidencia un entorno tectónicamente activo. Aunque no hay traza superficial directa sobre el proyecto, deben considerarse sus efectos en términos de estabilidad sísmica y estructura del subsuelo.

Se identificaron procesos activos de erosión y meteorización, principalmente en los depósitos aluviales y las laderas sobre batolitos. Esto puede afectar la durabilidad de las obras si no se controlan adecuadamente las aguas.

La topografía irregular, con pendientes medias a fuertes, sugiere la necesidad de estabilización de taludes y un manejo cuidadoso de los cortes y rellenos durante la construcción.

La cobertura vegetal es un factor determinante para la estabilidad. Las zonas deforestadas presentan mayor vulnerabilidad a procesos de remoción en masa y escorrentía superficial.

Recomendaciones Técnicas

- Las excavaciones para mejoramientos deben realizarse bajo la supervisión técnica, siguiendo las geometrías propuestas en este estudio y evitando trabajos durante temporadas de lluvias. En caso de abandono temporal, se recomienda realizar cortes progresivos en cuñas máximas de 1,5 m de profundidad.
- El material de reemplazo debe compactarse hasta alcanzar un 95% de la densidad máxima del Proctor modificado, con un contenido de humedad de ±2% respecto al óptimo.
- Se deben implementar drenajes superficiales y subsuperficiales, tales como zanjas, subdrenes y cunetas tipo C, para evitar saturación de la subrasante y erosión de taludes.
- En el caso de rellenos no estructurales, estos deben conformarse con materiales aceptables según INVIAS 2012, y compactarse en capas controladas para evitar asentamientos diferenciales.
- En zonas de ladera o cercanas a taludes, debe prestarse especial atención al manejo de escorrentías mediante obras hidráulicas que reduzcan la velocidad y acumulación de agua en puntos críticos.
- Se recomienda preservar al máximo la cobertura vegetal y evitar cortes indiscriminados que aumenten la susceptibilidad a procesos erosivos o deslizamientos.

Geotécnico

El presente documento corresponde al estudio geotécnico desarrollado para el diseño de una estructura de pavimento flexible en el municipio de El Peñol, departamento de Antioquia. El proyecto contempla una intervención sobre un corredor vial de 150 metros, divididos en dos tramos (90 m y 60 m) que conecta la zona urbana con el centro agroempresarial y la vereda Horizontes.

Para este propósito, se ejecutaron dos calicatas de 1,5 m de profundidad y cuatro ensayos de penetración dinámica de cono (PDC). Las muestras extraídas se sometieron a ensayos de laboratorio que incluyeron análisis granulométrico, límites de consistencia, contenido de humedad y estimación del CBR. Esta información permitió caracterizar las propiedades índices de los materiales que componen la subrasante.

En relación con los efectos sísmicos locales, el suelo fue clasificado como perfil tipo D, con un número promedio de golpes (N) menor a 50, y se estimaron los coeficientes sísmicos según la NSR-10: Kh = 0,23 y Kv = 0,18. Estos valores son fundamentales para el diseño seudoestático de estructuras complementarias como muros de contención y obras de estabilización.

Desde el punto de vista geológico, el corredor vial se encuentra sobre tres unidades litológicas principales: depósitos aluviales (Q2al), Batolito Antioqueño (K2ta, K2mg) y el Complejo El Retiro - Anfibolitas de Medellín (PRam). Estas formaciones presentan diferentes niveles de resistencia, permeabilidad y meteorización, lo cual influye directamente en la estabilidad del terreno.

La geomorfología del sitio está dominada por lomerios disectados, muy disectados y poco disectados, así como planicies aluviales confinadas y áreas de embalses. Estas unidades indican la existencia de pendientes medias a altas y zonas susceptibles a escorrentía superficial y procesos de remoción en masa.

En los resultados de laboratorio, se identificaron suelos de tipo ML (limo de baja plasticidad) y SM (arena limosa), con potencial de expansión medio. No se encontró nivel freático en los sondeos, lo cual es favorable, aunque se recomienda seguimiento en época de lluvias. Se obtuvo un CBR promedio por debajo del 8%, lo que sugiere que el suelo posee resistencia baja a media y requiere mejoramiento.

Conclusiones

La subrasante está compuesta principalmente por suelos limosos y arenosos con plasticidad baja, lo cual permite un comportamiento controlado si se aplican tratamientos adecuados de mejoramiento.

No se detectó nivel freático en la profundidad auscultada, lo que representa una condición favorable para la durabilidad del pavimento.

El terreno presenta un perfil estratigráfico estable, aunque con valores de CBR bajos, por lo cual se recomienda intervención con capas de subrasante mejorada.

El análisis sísmico según NSR-10 confirma que el suelo corresponde al perfil tipo D y debe contemplarse el diseño sismo-resistente en las estructuras complementarias.

Las condiciones geológicas y geomorfológicas del área incluyen zonas de alta pendiente y presencia de depósitos aluviales, que podrían presentar procesos erosivos si no se controlan adecuadamente.

Recomendaciones Técnicas

- Excavación para mejoramiento: En sectores con baja resistencia se debe excavar hasta remover suelos no competentes, aplicando mejoramiento con materiales granulares compactados hasta un 95% del Proctor Modificado.
- Compactación del material de reemplazo: El material deberá compactarse con control de humedad ±2% del óptimo, en capas de 20 cm, garantizando uniformidad en toda la sección.
- Manejo de aguas: Se deben instalar subdrenes de zanja, subdrenes trasdós de muro, cunetas tipo C y subdrenes de penetración en taludes con relleno.
- Rellenos y terraplenes: Los materiales utilizados en rellenos no estructurales y terraplenes deben cumplir con los requisitos de gradación, plasticidad y compactación establecidos en el manual de especificaciones del INVIAS.
- Mantenimiento preventivo: Se debe vigilar el deterioro de juntas y losas durante la vida útil del pavimento, y realizar mantenimiento correctivo oportuno para evitar que el deterioro se propague.

2.6.5. Estudio de transito

El presente informe contiene el análisis de tránsito vehicular realizado como insumo fundamental para el diseño de la estructura del pavimento flexible del corredor vial objeto de estudio.

El estudio tuvo como propósito principal determinar las características actuales del tránsito vehicular, su tipología, proyecciones futuras y, a partir de ello, calcular el número acumulado de ejes equivalentes a 8.2 toneladas, variable clave en el dimensionamiento estructural del pavimento. También se tuvo en cuenta el análisis de tránsito peatonal, como insumo para la futura señalización vial y seguridad de los usuarios no motorizados.

Como punto de partida, se recopiló información secundaria proporcionada por la Secretaría de Movilidad del municipio, correspondiente al periodo 2014–2022. Esta información incluyó estadísticas de accidentalidad, causas más frecuentes de siniestros (volcamientos, choques, atropellos), niveles de infracciones, y tipos de vehículos involucrados, destacando la alta participación de motocicletas.

Año	Número de accidentes
2014	154
2015	191
2016	139
2017	38
2018	64
2019	115
2020	71
2021	80
2022	125

Fuente: Informe de Resultados – Secretaría de Movilidad El Peñol, 2014 – 2022, 2023.

Ilustración 7. Registro de accidentes de tránsito por año en El Peñol.

Posteriormente, se diseñó una campaña de aforos vehiculares, ejecutada durante siete días consecutivos, cubriendo 24 horas por día, con intervalos de registro cada 15 minutos. Los aforos se realizaron en sentido Norte-Sur sobre la Carrera 23C y también en la vía de ingreso a la vereda Horizontes. Se identificaron flujos de vehículos livianos, motocicletas, camiones pequeños y bicicletas, sin presencia significativa de vehículos pesados superiores a C3.



Ilustración 8. Fotografías de aforos vehiculares en campo.

Con base en los conteos y la metodología del Manual de Diseño de Pavimentos Flexibles INVIAS 2015, se determinaron las tasas de crecimiento del tránsito, y se aplicaron factores de equivalencia para el cálculo del tránsito proyectado y el número acumulado de ejes equivalentes (EE) en el carril de diseño para un periodo mínimo de 10 años. Esta proyección es clave para definir espesores de las capas estructurales del pavimento.

Categoría	Tipo de Vía	TPDs	Ejes acumulados de 8.2 t
T_0	(Vt) – (P)	0 a 200	< 1'000,000
T1	(Vs) – (M o A) – (CC)	201 a 500	1'000,000 a 1'500,000
T2	(Vt) – (A) – (AP-MC-CC)	501 a 1,000	1'500,000 a 5'000,000
T3	(Vt) – (A) – (AP-MC-CC)	1,001 a 2,500	5'000,000 a 9'000,000
T4	(Vt) – (A) – (AP-MC-CC)	2,501 a 5,000	9'000,000 a 17'000,000
T5	(Vt) – (A) – (AP-MC-CC)	5,001 a 10,000	17'000,000 a 25'000,000
T6	(Vt) – (A) – (AP-MC-CC)	Más de 10,001	25'000,000 a 100'000,000

Fuente: Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito,2008.

Ilustración 9. Categorías de tránsito y estimación de ejes equivalentes.

Conclusiones del Estudio de Tránsito

El corredor vial presenta un tránsito mixto dominado por vehículos livianos, motocicletas y bicicletas, con tráfico moderado en horas pico y bajo durante la madrugada.

La vía soporta un tránsito diario promedio (TPD) que justifica la necesidad de una estructura de pavimento flexible adaptada a condiciones de bajo a medio volumen de tránsito.

Los registros de accidentalidad e infracciones reflejan la necesidad de intervenciones en señalización, seguridad peatonal y control del flujo vehicular, especialmente en puntos de acceso y zonas escolares.

No se evidenció la circulación frecuente de vehículos pesados mayores a C3, lo cual influye favorablemente en la vida útil estimada del pavimento si se mantienen esas condiciones.

Los aforos realizados cumplen con los estándares requeridos por INVIAS y proporcionan un insumo confiable para el diseño estructural del proyecto vial.

Recomendaciones Técnicas

- Diseñar la estructura del pavimento considerando un tránsito de bajo volumen, con énfasis en resistencia superficial frente a motocicletas y carga liviana repetitiva.
- Implementar pasos peatonales señalizados y reductores de velocidad en puntos sensibles, especialmente cerca del acceso al centro agroempresarial y zonas escolares.
- Incluir señalización horizontal y vertical acorde a los flujos detectados y con enfoque en reducción de siniestralidad.
- Reforzar estrategias de control de acceso y educación vial, en coordinación con la Secretaría de Movilidad del municipio.
- Actualizar los aforos cada cinco años o ante cambios significativos en la función vial del corredor, especialmente si se vinculan nuevas actividades productivas o comerciales en la zona.
- Se efectuó el diagnóstico de la movilización actual y se estableció una línea base de tránsito. Se determinaron flujos vehiculares, número de ejes equivalentes para 10 y 20 años, análisis de capacidad y niveles de servicio.

2.6.6. *Diseño de la Estructura del Pavimento Flexible (Método INVIAS)*

El objetivo principal del estudio fue definir la estructura del pavimento flexible considerando las condiciones del subsuelo, las cargas vehiculares proyectadas y las condiciones ambientales de la zona.

Para caracterizar la subrasante, se ejecutaron sondeos y ensayos de campo (especialmente PDC) y laboratorio, arrojando valores de CBR superiores al 3% en todos los casos, lo cual valida el uso de la subrasante existente sin necesidad de reemplazo en condiciones normales de ejecución. [Insertar aquí Tabla 9-1 con las especificaciones de materiales].



Ilustración 10. Estructura típica de pavimento flexible.

En cuanto al tránsito, se identificaron valores de ejes equivalentes de 8,2 t (ESAL) de 475.868 para la Carrera 23C (tránsito T0) y 1'105.792 para la vía a Horizontes (tránsito T1), lo cual sirvió de base para los diseños de espesor estructural.

El vehículo de diseño adoptado fue el camión tipo C-3, con eje tándem de 22 t, debido a la posibilidad de tránsito eventual de vehículos de carga pesada. [Insertar aquí Figura 9-2 del camión tipo C-3].

Con base en los valores de CBR y el módulo resiliente Mr, se calcularon los números estructurales requeridos: 2,714 para la Carrera 23C y 2,340 para la vía de ingreso a Horizontes. Posteriormente, mediante iteraciones con los espesores de las capas (superficial, base y subbase), se logró cumplir los requisitos estructurales. Para la Carrera 23C se definieron espesores de 8 cm de carpeta asfáltica, 10 cm de base granular y 17 cm de subbase, mientras que para la vía a Horizontes se establecieron 8 cm, 8 cm y 15 cm, respectivamente.

Característica	Norma de ensayo INV	Suelos seleccionados (Tipo A)	Suelos adecuados (Tipo B)	Suelos tolerables (Tipo C)
Tamaño máximo (mm)	E-123	75	100	150
Porcentaje que pasa el tamiz de 2 mm (No. 10) en masa, máximo	E-123	80	80	-
Porcentaje que pasa el tamiz de 75 um (No. 200) en masa, máximo	E-123	25	35	35
Contenido de materia orgánica, máximo (%)	E-121	0	1	1
Límite líquido, máximo (%)	E-125	30	40	40
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-126	10	15	-
CBR de laboratorio, mínimo (%)	E-148	10	5	3
Expansión en prueba, máximo (%)	E-148	0	2	2
Índice de colapso, máximo (%)	E-157	2	2	2
Contenido de sales solubles, máximo (%)	E-158	0,2	0,2	-

Fuente: INVIAS, Art. 220, 2014.

Ilustración 11. Especificaciones de materiales para reemplazo



Ilustración 12. Espesores de capas en la estructura de pavimento flexible Carrera 23c.

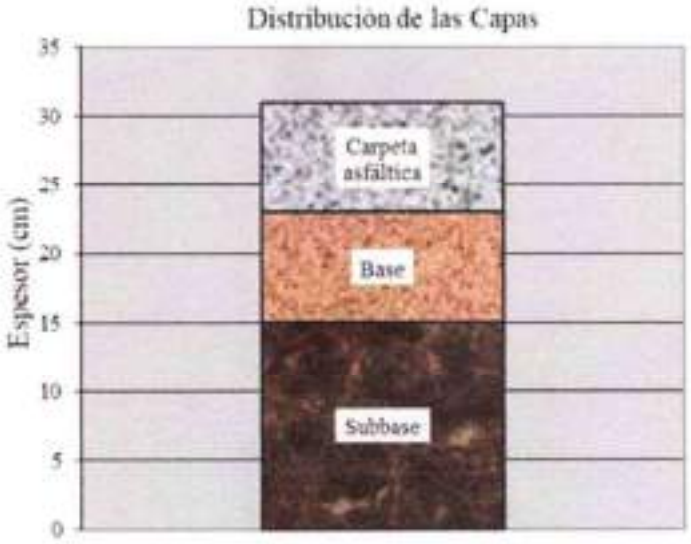


Ilustración 13. Espesores de capas en le estructura de pavimento flexible vía de ingreso vereda

sobre la rasante actual. Sin embargo, en caso de hallazgos inesperados durante la obra, se deberán aplicar las recomendaciones del Artículo 220 de INVIAS para el manejo de suelos inadecuados. También se incorporaron recomendaciones técnicas para drenajes y manejo de aguas, tanto superficiales como subsuperficiales

El plan de mantenimiento establece rutinas para preservar la funcionalidad de la vía, incluyendo limpiezas, reparación de juntas, fisuras y losas, así como mantenimiento periódico de pavimentos asfálticos y rígidos.

Conclusiones

El diseño estructural del pavimento fue realizado conforme al método AASHTO 93, cumpliendo los requerimientos estructurales tanto para la Carrera 23C como para la vía de ingreso a la vereda Horizontes.

La caracterización de la subrasante mostró condiciones adecuadas para la construcción sin necesidad de reemplazo generalizado.

Las proyecciones de tránsito indican niveles T0 y T1 para las dos vías, respectivamente, lo cual fue clave para definir los espesores.

El uso de un camión tipo C-3 como vehículo de diseño proporciona un margen de seguridad ante cargas ocasionales pesadas.

El estudio integra un plan de mantenimiento que busca preservar la vida útil y la seguridad funcional de la infraestructura.

Recomendaciones

- Se recomienda realizar excavaciones controladas si durante la construcción se identifican tramos con CBR inferior a 3%, procediendo con la sustitución de material conforme a las especificaciones INVIAS para suelos tipo B.
- La compactación del material de reemplazo deberá cumplir con densidades especificadas y controladas mediante ensayos in situ.

- Se debe implementar un sistema de manejo de aguas eficiente, especialmente en los puntos bajos y taludes, a través de subdrenes y obras complementarias de drenaje [Insertar aquí figuras de drenaje mencionadas].
- Los rellenos estructurales y no estructurales deberán cumplir con condiciones de estabilidad y geometría adecuadas.
- Se recomienda acompañamiento permanente del ingeniero geotecnista durante la construcción para validar condiciones de cimentación y corte, y evitar errores por interpretación de campo.

2.6.7. *Estudio hidrológico e hidráulico*

Este estudio tiene como finalidad analizar el comportamiento hidrológico e hidráulico del área de influencia del proyecto, con el objetivo de prevenir inundaciones y garantizar un adecuado manejo de aguas lluvias mediante sistemas de drenaje funcionales. El estudio incluye la estimación de caudales de escorrentía, diseño de cunetas, sumideros y evaluación de su capacidad conforme a la normatividad vigente del INVIAS y la Resolución 0330 de 2017.

El análisis climatológico se basó en datos de la estación pluviométrica El Peñol, de donde se extrajeron registros de temperatura, nubosidad y precipitación histórica. Se determinó una precipitación máxima promedio en 24 horas de 72,24 mm, y se elaboraron curvas IDF para periodos de retorno de hasta 100 años, claves para el diseño.

En el componente hidrológico, se aplicó el método racional, el cual combina el área de aporte, el coeficiente de escorrentía y la intensidad de lluvia para calcular el caudal pico. Se delimitaron áreas aferentes para cada tramo, considerando elementos topográficos y el funcionamiento actual del sistema de drenaje.

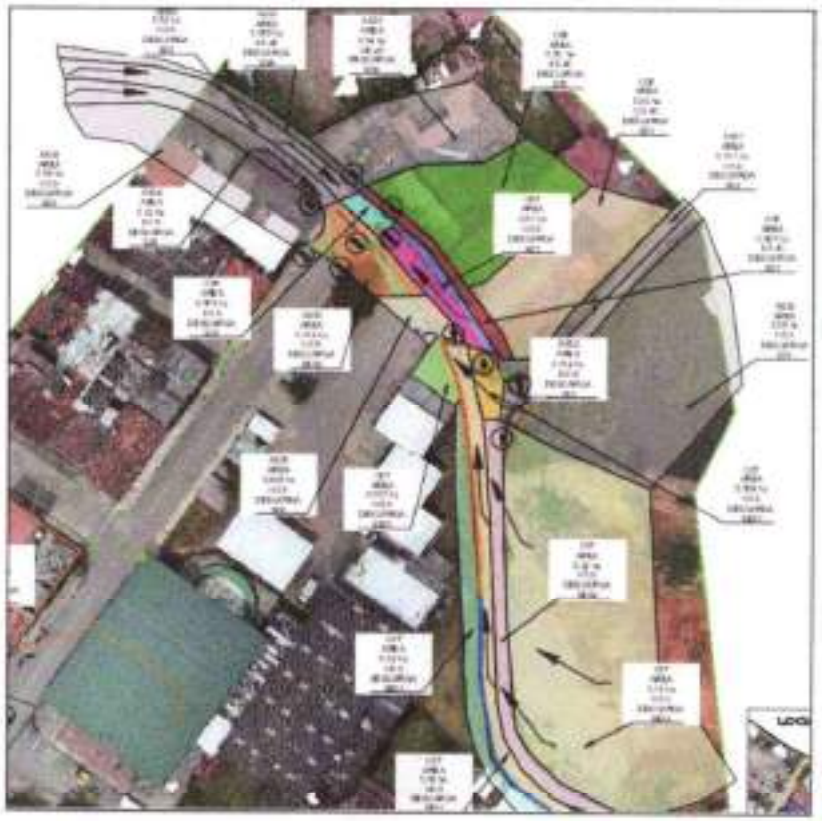


Ilustración 14. Áreas aferentes de vía a ubicada al ingreso de la vereda Horizontes y al centro de acopio del Municipio.



Ilustración 15. Áreas aferentes de vía a pavimentar Carrera 23C.

El estudio hidráulico identificó que las vías actúan como canales de escurrimiento a través del bordillo y la calzada. Se evaluaron periodos de retorno de 5 años para cunetas y se determinaron anchos máximos de lámina de agua aceptables: 1.5 m para la Carrera 23C y 2.0 m para el tramo hacia Horizontes, dependiendo de si la vía tiene bombeo central o lateral.

El sistema de sumideros se diseñó para captar el caudal generado por cada subcuenca. Se evaluaron 14 sumideros (tipo B sencillo), todos cumpliendo con la capacidad hidráulica exigida.

Finalmente, se evaluaron ocho secciones hidráulicas (C01 a C08) en los diferentes tramos del proyecto. En la mayoría de ellas, la cuneta formada entre el bordillo y la vía fue suficiente, sin necesidad de nuevas estructuras. En el caso de las secciones C07 y C06, se propuso la demolición y reconstrucción de cunetas para cumplir con la capacidad hidráulica necesaria.

Conclusiones

Las condiciones climáticas y de precipitación fueron caracterizadas adecuadamente con base en datos históricos confiables de la estación El Peñol.

La estimación de caudales mediante el método racional permitió definir con precisión el diseño hidráulico de cunetas y sumideros.

Las vías analizadas cumplen con los criterios de ancho de lámina de agua permitida según la normativa, con excepción de puntos donde se propusieron obras específicas de mejora.

Todos los sumideros proyectados y existentes cumplen con las capacidades de captación requeridas, lo que garantiza un adecuado manejo de escorrentía superficial.

Las cunetas proyectadas o conservadas aseguran la funcionalidad hidráulica del sistema vial, evitando acumulación de agua que pueda afectar la estabilidad del pavimento.

Recomendaciones Técnicas

- Ejecutar el diseño y construcción de sumideros y cunetas conforme a los resultados hidráulicos, especialmente en las secciones C07 y C08 donde se requiere reconstrucción.
- Realizar mantenimiento periódico de los sumideros para evitar obstrucciones por residuos, hojarasca o sedimentos.
- Garantizar la correcta pendiente transversal y longitudinal en la ejecución de las vías, para conservar la eficiencia hidráulica prevista en el diseño.
- Incluir en el sistema constructivo bordillos con especificaciones adecuadas que funcionen como canales de captación en los tramos donde se mantuvo la cuneta natural.
- Supervisar en obra la profundidad y alineación de las cunetas, así como la conexión eficiente con las cámaras de inspección del sistema de alcantarillado.

2.6.8 Diseño geométrico

El presente informe tiene como finalidad establecer los parámetros técnicos para el diseño geométrico de dos tramos viales que requieren mejoramiento: la carrera 23C en zona urbana y la vía de ingreso a la vereda Horizontes. El diseño se basa en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras – INVIAS 2008 y se plantea sobre las condiciones existentes, lo que lo clasifica como un proyecto de mejoramiento.

La vía se encuentra en terreno ondulado y escarpado, siendo clasificada como de tercer orden según la funcionalidad vial. A lo largo de la vía se presentan variaciones topográficas que afectan la pendiente y los radios de curvatura. El diseño se estructuró en tres fases: recolección de información, prediseño (fase preliminar) y diseño definitivo, incorporando datos climáticos, geotécnicos, de tránsito y sociales.

Las vías en estudio presentan las siguientes características:

VIAS	LONGITUD (m)	PENDIENTE (%)	TERRENO
Via 2	90	11	Escarpado
Via 1	60	3.2	Ondulado

En la primera fase, se identificaron los tramos homogéneos y se estableció la velocidad de diseño: 20 km/h para la carrera 23C y 30 km/h para la vía a Horizontes, valores acordes con la geometría, condiciones de tráfico y tipo de terreno.

NOMBRE DE LA VÍA	LONGITUD (m)	VELOCIDAD DE DISEÑO Vtr (Km/h)
Carrera 23C, entre la transversal 15 y 8	90.00	20
Ingreso a la vereda Horizontes	60.00	30

Ilustración 16. Asignación De Velocidad De Diseño De Tramos Homogéneos (VTR).

En cuanto al diseño en planta, se establecieron radios de curvatura mínimos y se ajustaron los empalmes a curvas circulares simples. No se contemplaron curvas compuestas ni sobreanchos debido a las restricciones físicas de espacio. Para el perfil longitudinal, se adoptaron pendientes máximas del 14%, cumpliendo con la normativa para vías terciarias. La sección transversal contempla un ancho de calzada de 6 metros, sin bermas laterales por limitaciones prediales.

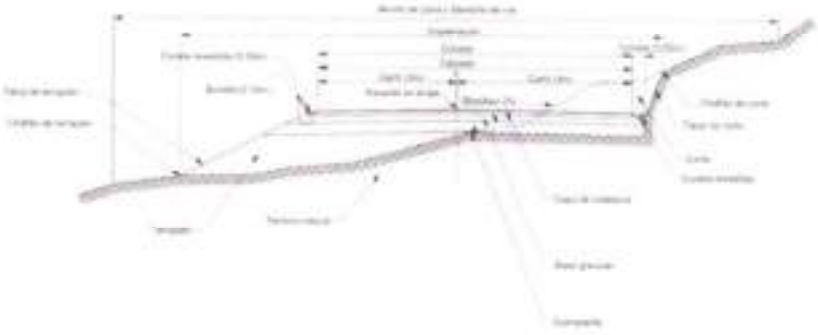


Ilustración 17. Sección de la vía

Se calcularon las distancias de visibilidad de parada y adelantamiento. Para el tramo en estudio, no se garantiza visibilidad segura para adelantamientos, por lo cual no se incluyen zonas de adelantamiento habilitadas. El vehículo de diseño adoptado es el camión tipo C3, acorde con el tránsito detectado.

Se definen criterios para señalización reglamentaria y preventiva, ajustadas a las condiciones geométricas. La ubicación se detalla en los planos anexos. En cuanto al manejo de aguas, el diseño geométrico incluye una pendiente transversal del 2% para garantizar escurrimiento hacia las cunetas.

Conclusiones

El diseño geométrico cumple con los parámetros normativos establecidos por el INVIAS para vías de tercer orden en terrenos montañosos.
Se garantiza la seguridad de los usuarios a través de pendientes y radios ajustados a velocidades específicas reducidas, minimizando el riesgo de accidentes.
No se prevé sobreancho ni bermas por restricciones prediales, lo que obliga a un diseño ajustado a la franja disponible, sin sacrificar funcionalidad.
La sección transversal definida garantiza la circulación bidireccional de vehículos tipo C3 sin comprometer la estabilidad de la vía.
El diseño mejora significativamente la seguridad, comodidad y eficiencia del tránsito vehicular sobre el eje vial analizado.

Recomendaciones

- Incluir obras de contención y estabilización en tramos con pendientes superiores al 10%, donde no se pueden ampliar las zonas laterales.
- Implementar cunetas revestidas o con protección vegetal en zonas de fuerte escorrentía para garantizar durabilidad y seguridad.
- Estudiar la gestión predial en fases futuras para habilitar sobreanchos y bermas en curvas cerradas.
- Ejecutar mantenimiento periódico sobre las zonas de señalización horizontal y vertical, especialmente en puntos críticos como intersecciones y cambios de pendiente.
- Actualizar el diseño geométrico en caso de desarrollarse proyectos complementarios que impacten el flujo vehicular o las condiciones del terreno.

2.6.9 Plan de Manejo de Tránsito

Este informe establece los lineamientos técnicos para el Plan de Manejo de Tránsito (PMT) durante la ejecución de las obras de pavimentación. Su objetivo es garantizar la movilidad segura de todos los actores viales, minimizar el impacto en la operación de la red vial urbana y proteger la integridad de los trabajadores de obra y la comunidad del sector.

El PMT se diseñó considerando las condiciones actuales de la Carrera 23C y sus intersecciones, así como la vía de acceso a la vereda Horizontes. Se analizaron aspectos como flujo vehicular, estado del pavimento, condiciones de visibilidad, sentido de circulación y existencia de rutas alternas. El tramo presenta una longitud de 88 metros, un ancho promedio de 7 metros y pendientes que oscilan entre el 2% y el 14%.

Se clasificó el proyecto como de Categoría I (impacto bajo), dado el tránsito promedio diario (TPD) de 193 vehículos, mayoritariamente motocicletas y carros. Se identificaron posibles desvíos y zonas de afectación a peatones, lo que permitió elegir el esquema típico 18 del Manual de Señalización Vial como modelo base para la señalización de obra.



Ilustración 18. categoría de impacto.



Ilustración 19. Implementación preliminar del PMT

El plan contempla las siguientes estrategias:

Instalación de señalización vertical temporal con señales reglamentarias, preventivas e informativas, fabricadas en materiales retrorreflectivos tipo IV.

Implementación de canalización física mediante conos, delineadores, cintas, cadenas y mallas, barricadas y luces intermitentes.

Control manual del flujo vehicular mediante auxiliares de tránsito con señalización tipo "PARE / SIGA" y control UNO A UNO para pasos cortos.

Señalización especial para los frentes de obra y uso de vestimenta de alta visibilidad para los trabajadores, así como elementos reflectivos en vehículos.

Conclusiones

El PMT cumple con la normatividad vigente del Manual de Señalización Vial y el Código Nacional de Tránsito Terrestre, así como con los lineamientos de seguridad vial urbana.

Se identificaron rutas alternas y zonas peatonales de riesgo, lo que permitió proponer estrategias específicas de canalización, control y protección de usuarios.

La señalización temporal, los dispositivos de canalización y los auxiliares de tránsito están adecuadamente distribuidos para evitar accidentes y garantizar fluidez.

La obra puede ejecutarse con cierres totales de carril, sin afectar significativamente la movilidad general, dado que

existen vías alternas en el sector urbano.

El diseño prevé una correcta gestión del tránsito de maquinaria pesada, minimizando riesgos durante la fase constructiva.

Recomendaciones Técnicas

- Ejecutar el PMT en su totalidad antes del inicio de la obra, siguiendo los esquemas gráficos del manual y las condiciones particulares del sitio.
- Implementar rutinas de inspección para verificar el estado de los dispositivos de señalización y canalización diariamente, especialmente al inicio de cada jornada laboral.
- Garantizar que todos los operarios porten elementos de alta visibilidad y que los vehículos de obra cuenten con dispositivos reflectivos.
- Coordinar permanentemente con la autoridad local de tránsito, para ajustar el plan si se presentan emergencias, congestiones inesperadas o modificaciones en el cronograma.
- Desmontar completamente los elementos del PMT al finalizar la obra, asegurando la limpieza y adecuación de los espacios utilizados.

2.6.8. Plan de Acción Ambiental de Obra

El presente informe detalla los estudios y diseños para la construcción de pavimento en asfalto caliente en el sector La Esperanza del municipio de El Peñol, Antioquia. El proyecto abarca la Carrera 23C, entre la Transversal 15 y 8, en la zona urbana, así como el acceso a la vereda Horizontes y al centro de acopio.

El diagnóstico inicial reveló que el tramo vial, de aproximadamente 345 metros de longitud, se encuentra en un estado crítico debido a la falta de mantenimiento y una vida útil superada. La carpeta asfáltica muestra agrietamientos, deformaciones y desintegración, y el sistema de drenaje superficial es deficiente o inexistente, provocando la acumulación de aguas lluvias y afectaciones a la estructura del pavimento y propiedades aledañas. La topografía del área presenta pendientes que facilitan el escurrimiento superficial, pero la ausencia de una infraestructura adecuada de drenaje agrava la situación. La caracterización geotécnica determinó que el suelo predominante es de tipo arcilloso con presencia de material granular, lo que lo hace susceptible a cambios volumétricos y asentamientos diferenciales ante variaciones de humedad. La vegetación predominante en la zona es de tipo pastizal y arbustiva, con árboles aislados.

Los diseños propuestos incluyen la rehabilitación y construcción de una nueva estructura de pavimento asfáltico, considerando una sub-base granular y una base granular, sobre las cuales se aplicará una carpeta de mezcla asfáltica en caliente. Se diseñó un sistema de drenaje pluvial que incorpora cunetas revestidas, sumideros y tuberías de recolección para garantizar la evacuación adecuada de las aguas superficiales y subsuperficiales. Además, se contempla la construcción de andenes y bordillos para mejorar la seguridad peatonal y la organización de la vía. Las especificaciones técnicas para los materiales y procesos constructivos se basan en normativas nacionales, como las del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) (INVIAS, 2009, 2011).

Conclusiones

La intervención en el sector La Esperanza es crucial para mejorar la calidad de vida de sus habitantes y la eficiencia del transporte en el municipio de El Peñol.

La condición actual de la vía es insostenible, generando riesgos de seguridad, deterioro de vehículos y afectaciones ambientales por el inadecuado manejo de aguas.

Los estudios de suelos confirmaron la necesidad de una estructura de pavimento robusta, capaz de soportar las cargas vehiculares y resistir las condiciones geotécnicas locales.

El diseño de drenaje es fundamental para la durabilidad del pavimento, previniendo los problemas de empozamiento y la degradación de la estructura vial.

La construcción de andenes y bordillos no solo mejorará la seguridad de los peatones, sino que también contribuirá a una mejor organización del espacio público y la estética urbana.

Recomendaciones

- Se recomienda la implementación de un plan de manejo de tráfico durante la fase de construcción para minimizar las afectaciones a la movilidad de la zona.
- Es esencial asegurar la calidad de los materiales y la correcta ejecución de los procesos constructivos, supervisando estrictamente el cumplimiento de las especificaciones técnicas establecidas en los diseños.
- Se sugiere realizar monitoreos periódicos de la estructura del pavimento y el sistema de drenaje una vez finalizada la obra para identificar y corregir cualquier posible falla a tiempo, garantizando la vida útil proyectada del pavimento.
- Finalmente, se aconseja establecer un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para la infraestructura vial y de drenaje, lo que prolongará significativamente su durabilidad y eficiencia a largo plazo.

2.6.9. Proceso Constructivo

El presente informe, derivado del Contrato No. CD-017-2025, detalla el proceso constructivo para el pavimento flexible proyectado en el sector La Esperanza del municipio de El Peñol, Antioquia. El alcance del proyecto incluye la Carrera 23C (entre Transversal 15 y 8) en la zona urbana, y el acceso a la vereda Horizontes y al centro de acopio. El objetivo principal es la implementación de una infraestructura vial robusta y duradera que mejore significativamente las condiciones de transitabilidad, seguridad y calidad de vida de los usuarios.

El proceso constructivo se inicia con la etapa preliminar de planificación y preparación del sitio. Esto incluye la señalización y desvío de tráfico para garantizar la seguridad de los trabajadores y usuarios, el replanteo topográfico para definir el trazado y las cotas de diseño, y el descapote y desmonte de la capa vegetal existente. Se procederá con la demolición del pavimento existente y la excavación del material inadecuado hasta alcanzar la subrasante de diseño. Durante esta fase, se realizará la gestión de los materiales de desecho conforme a la normativa ambiental vigente.

Posteriormente, se llevará a cabo la conformación y compactación de la subrasante, asegurando el cumplimiento de los niveles de densidad y capacidad portante especificados en los estudios geotécnicos. Seguidamente, se instalará la sub-base granular (SBG) y la base granular (BG), ambas capas fundamentales para la distribución de cargas y la estabilidad del pavimento. Para cada una de estas capas, se controlará estrictamente la granulometría, humedad óptima y grado de compactación. Se empleará equipo especializado como motoniveladoras, rodillos vibratorios y tanques de agua para lograr las propiedades deseadas.

La etapa final de pavimentación implica la aplicación de una capa de imprimación, seguida por el extendido y compactación de la carpeta asfáltica en caliente. Este proceso requiere control preciso de la temperatura de la mezcla asfáltica, el espesor de la capa y el número de pasadas del rodillo para alcanzar la compactación y lisura superficial requeridas. Paralelamente a la construcción del pavimento, se ejecutará el sistema de drenaje pluvial, que comprende la construcción de cunetas, sumideros, tuberías y pozos de inspección para asegurar la correcta evacuación de aguas

superficiales y subsuperficiales. Finalmente, se instalará la señalización vial horizontal y vertical, y se construirán los andenes y bordillos para completar la infraestructura.

Conclusiones

El éxito de este proyecto constructivo dependerá de la rigurosa aplicación de las especificaciones técnicas y los procedimientos detallados en este informe.

La correcta preparación de la subrasante, la adecuada instalación y compactación de las capas granulares y asfálticas, y la implementación eficiente del sistema de drenaje son críticas para la durabilidad y funcionalidad del pavimento.

La supervisión constante y el control de calidad en cada fase del proceso constructivo son imperativos para asegurar que la obra cumpla con los estándares de diseño y garantice una infraestructura vial de alta calidad para la comunidad.

Recomendaciones

- Se recomienda enfáticamente establecer un programa de control de calidad exhaustivo que incluya ensayos de materiales en laboratorio y en campo en cada etapa de la construcción.
- Es crucial capacitar adecuadamente al personal encargado de la ejecución de las obras, enfatizando en las buenas prácticas constructivas y el cumplimiento de las normas de seguridad industrial.
- Se aconseja realizar inspecciones periódicas post-construcción para identificar tempranamente cualquier anomalía o deterioro en el pavimento y el sistema de drenaje, permitiendo la implementación oportuna de medidas correctivas.
- Finalmente, es fundamental que el municipio de El Peñol establezca un plan de mantenimiento preventivo a largo plazo para esta infraestructura vial, con el fin de prolongar su vida útil y asegurar la sostenibilidad de la inversión.

2.6.10. Presupuesto

Se llevó a cabo la elaboración integral del presupuesto del proyecto, el cual incluyó de manera detallada el desarrollo de los Análisis de Precios Unitarios (APU) para cada una de las actividades contempladas, con base en las especificaciones técnicas del diseño. Asimismo, se estructuró un cronograma detallado de ejecución, que permitió establecer la secuencia lógica de las actividades y estimar los tiempos requeridos para su desarrollo. Finalmente, se realizó el cálculo correspondiente del AIU (Administración, Imprevistos y Utilidad), garantizando su coherencia con los lineamientos técnicos, administrativos y financieros exigidos por el proyecto, y asegurando una adecuada planificación de los recursos para su correcta ejecución.

2.7. RELACIÓN POLIZAS

Table 3. Relación pólizas

ITEM	DESCRIPCIÓN	VIGENCIA DESDE	VIGENCIA HASTA	SUMA ASEG/ACTUAL	PORCENTAJE
1	AMPAROS				
1,1	Cumplimiento del contrato	04/04/2025	05/12/205	$ 4,413,055.50	(15%) del valor total del contrato.
1,2	Pago de salarios, prestaciones sociales legales e indemnizaciones	04/04/2025	05/06/2028	$ 2,942,037.00	(10%) del valor total del contrato
1,3	Calidad del servicio	05/06/2025	05/06/2027	$ 5,884,074.00	(20%) del valor total del contrato

2.8. RELACION PERSONAL

Table 4. Profesionales contratados por DYCO S.A.S.

ITEM	EQUIPO PROFESIONAL	PROFESIONAL	ESTUDIO
1,1	Representante Legal	Gloria Cristina Correa Carmona	Informes
1,2	Coordinador	Juan Camilo Ríos Londoño	Informes
1,3	topógrafo	Sebastián Ramírez rincón	Topográfico
1,4	Ingeniero Civil – Especialista en Geotecnia	Carlos Mario Henao Yepes	Suelos
1,5	Ingeniero Civil – Especialista en Geotecnia	Carlos Mario Henao Yepes	Geotecnia
1,6	Ingeniero Geólogo - Especialista en Geotecnia Vial.	Duvan Yesid Munevar Tocarruncho	Geológico
1,7	Ingeniero Civil – Especialista en Geotecnia	Carlos Mario Henao Yepes	Pavimento
1,8	Ingeniera Sanitaria	Yaline Marín Totena	Hídricos e hidrológicos
1,9	Ingeniero Civil – Especialista en Geotecnia	Carlos Mario Henao Yepes	Presupuesto
1,10	Ingeniero Civil – Especialista en Geotecnia	Carlos Mario Henao Yepes	Plan de Manejo de Tránsito
1,11	Ingeniero Civil – Especialista en Geotecnia	Carlos Mario Henao Yepes	Proceso Constructivo
1,12	Ingeniera Ambiental	Yaline Marín Totena	Plan de Manejo Socio ambiental

2.9. ACTA DE COBRO

En los anexos del presente informe, se presenta el acta de cobro con las respectivas firmas.

Tabla 5. Acta de Cobro.

ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMIENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL.				ACTA 01 Y FINAL DE COBRO DE CONSULTORÍA CD-017-2025	
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**VALOR TOTAL**	**CANTIDAD**	**VALOR UNITARIO**
-Carrera 23C entre transversales 15 y 8 **-Ingreso a la vereda Horizontes y al centro de acopio del municipio de El Peñol.**					
Levantamiento Topográfico, con cartera topográfica e informe topográfico, plantas, perfiles, cortes, estructurales y obras de drenaje.	1	$ 2,623,000	$ 2,623,000	1	$ 2,623,000
Estudio de suelos con registro fotográfico, georreferenciado.	1	$ 3,100,000	$ 3,100,000	1	$ 3,100,000
Estudio Geológico y Geotécnico con registro fotográfico, georreferenciado.	1	$ 2,217,000	$ 2,217,000	1	$ 2,217,000
Estudio de Tránsito.	1	$ 1,919,000	$ 1,919,000	1	$ 1,919,000
Diseño de la estructura de pavimento en asfalto.	1	$ 2,115,000	$ 2,115,000	1	$ 2,115,000
Diseño geométrico de la vía.	1	$ 2,219,000	$ 2,219,000	1	$ 2,219,000
Diseño Hidrológico e hidráulico.	1	$ 2,015,000	$ 2,015,000	1	$ 2,015,000
Presupuesto detallado de obra con Análisis de Precios Unitario (APUs), cronograma detallado de actividades y calculo detallado de AU.	1	$ 1,960,000	$ 1,960,000	1	$ 1,960,000
Plan de manejo de Tránsito y el costeo para su implementación.	1	$ 1,750,000	$ 1,750,000	1	$ 1,750,000
Proceso constructivo.	1	$ 2,000,000	$ 2,000,000	1	$ 2,000,000
Plan de acción socio-ambiental de obra.	1	$ 2,805,000	$ 2,805,000	1	$ 2,805,000
VALOR COSTO DIRECTO ESTUDIOS			**$ 24,723,000**	**COSTO DIR.**	**$ 24,723,000.00**
IVA			**$ 4,697,370**	**19%**	**$ 4,697,370.00**
VALOR TOTAL			**$ 29,420,370**	**TOTAL**	**$ 29,420,370.00**

2.9.1 Contrato de obra

Se presenta el listado de las actas suscritas por el contratista.

Tabla 6. Actas suscritas del contrato de obra No. 008-2025.

Acta No	TIPO	FECHA
N. A	Acta de inicio contrato No. CD 017 -2025	07/04/2025
N. A	Acta de terminación contrato No. CD 017 -2025	27/05/2025

2.9.2 Control de pagos de seguridad social

En los anexos del presente informe, se relaciona el pago de planilla de seguridad social de contratista.

Tabla 7. Relación Personal.

ITEM	EQUIPO PROFESIONAL	PROFESIONAL	ESTUDIO	Pago de Seguridad Social
1,1	Representante Legal	Gloria Cristina Correa Carmona	Informes	OK
1,2	Coordinador	Juan Camilo Rios Londoño	Informes	OK
1,3	topógrafo	Sebastián Ramírez rincón	Topográfico	OK
1,4	Ingeniero Civil – Especialista en Geotecnia	Carlos Mario Henao Yepes	Suelos	OK
1,5	Ingeniero Civil – Especialista en Geotecnia	Carlos Mario Henao Yepes	Geotecnia	OK
1,6	Ingeniero Geólogo Especialista en Geotecnia Vial.	Duvan Yesid Munevar Tocamuncho	Geológico	OK
1,7	Ingeniero Civil – Especialista en Geotecnia	Carlos Mario Henao Yepes	Pavimento	OK
1,8	Ingeniera Sanitaria	Yaline Marin Totena	Hídricos e hidrológicos	OK
1,9	Ingeniero Civil – Especialista en Geotecnia	Carlos Mario Henao Yepes	Presupuesto	OK
1,10	Ingeniero Civil – Especialista en Geotecnia	Carlos Mario Henao Yepes	Plan de Manejo de Tránsito	OK
1,11	Ingeniero Civil – Especialista en Geotecnia	Carlos Mario Henao Yepes	Proceso Constructivo	OK
1,12	Ingeniera Ambiental	Yaline Marin Totena	Plan de Manejo Socio ambiental	OK

3. CONSIDERACIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES

- Se recomienda la aprobación e implementación de los diseños propuestos para la construcción del pavimento, considerando las especificaciones técnicas y los planes de manejo.
- Se sugiere realizar un seguimiento continuo a la ejecución del proyecto para asegurar el cumplimiento de los diseños y las medidas de mitigación propuestas.

4. CONCLUSIONES

- Se han completado satisfactoriamente los estudios y diseños requeridos para la construcción del pavimento en asfalto caliente en el Sector La Esperanza del municipio de El Peñol, conforme al contrato CD-017-2025.
- Los estudios técnicos (topográfico, de suelos, geológico, geotécnico y de tránsito) proporcionan la base necesaria y suficiente para sustentar los diseños propuestos.
- Los diseños (geométrico, estructural de pavimento, hidrológico e hidráulico) se han elaborado cumpliendo con la normativa vigente y los criterios técnicos establecidos.
- Se cuenta con planes de manejo de tránsito y ambiental que abordan las consideraciones de seguridad y sostenibilidad durante la fase de construcción.

GLORIA CRISTINA CORREA CARMONA
Arquitecta
Representante Legal

JUAN CAMILO RIOS LONDOÑO
Ingeniero Sanitario
Coordinador

EL SUSCRITO REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA DYCO DISEÑO Y CONSULTORIA S.A.S

CERTIFICA

Que la empresa **DYCO DISEÑO Y CONSULTORIA S.A.S.** identificada con NIT: 900.898.360-5 a la fecha, se encuentra a PAZ Y SALVO, por todo concepto respecto a pagos al Sistema Integral de Seguridad Social; aportes a fondos de salud, aportes a fondos de pensiones, aportes al sistema general de riesgos laborales y aportes parafiscales.

Dado en el Municipio de Medellín - Antioquia el día diez 10 de junio del año 2025.

Carolina Vélez C.

DYCO DISEÑO Y CONSULTORIA S.A.S.
CAROLINA VÉLEZ CEBALLOS
Contadora.

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL **JUNTA CENTRAL DE CONTADORES**

Certificado No:

9B066E8D2F4942FC

LA REPUBLICA DE COLOMBIA

MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL

JUNTA CENTRAL DE CONTADORES

CERTIFICA A:
QUIEN INTERESE

Que el contador público **CAROLINA VÉLEZ CEBALLOS** identificado con CÉDULA DE CIUDADANÍA No 1152699227 de MEDELLIN (ANTIOQUIA) Y Tarjeta Profesional No 230982-T SI tiene vigente su inscripción en la Junta Central de Contadores y desde la fecha de Inscripción.

NO REGISTRA ANTECEDENTES DISCIPLINARIOS **********
****
****

Dado en BOGOTA a los 3 días del mes de Abril de 2025 con vigencia de (3) Meses, contados a partir de la fecha de su expedición.

SANDRA MILENA BARRIOS PULIDO
DIRECTOR GENERAL

ESTE CERTIFICADO DIGITAL TIENE PLENA VALIDEZ DE CONFORMIDAD CON LO ESTABLECIDO EN EL ARTICULO 2 DE LA LEY 527 DE 1999, DECRETO UNICO REGLAMENTARIO 1074 DE 2015 Y ARTICULO 6 PARAGRAFO 3 DE LA LEY 962 DEL 2005

Para confirmar los datos y veracidad de este certificado, lo puede consultar en la página web www.jcc.gov.co digitando el número del certificado

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL | JUNTA CENTRAL DE CONTADORES

230982-T



CAROLINA
VÉLEZ CEBALLOS
C.C. 1162699227
RES. INSCRIPCION 669 DEL 08/08/2017
FUNDACION UNIVERSITARIA LUIS AMIGO

OSCAR EDUARDO FUENTES PEÑA
DIRECTOR GENERAL

235992 261383

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL | JUNTA CENTRAL DE CONTADORES

Esta tarjeta es el único documento que lo acredita como Contador Público de acuerdo con lo establecido en la Ley 43 de 1990. Es personal e intransferible.

Agradeceríamos a quien encuentre esta tarjeta comunicarse al PBX: (57X1) 6114150 o devolverla a la UAE – Junta Central de Contadores a la Calle 95 No. 9 A – 21 Bogotá D.C

FIRMA

18 de junio de 2025, Medellín

Señores

EMPRESA AUTÓNOMA DE EL PEÑOL - EAEP
NIT: 901.537.748-4
Entidad Contratante
Número de contrato: IP-005-2024
ingenieroeap@gmail.com

MUNICIPIO DE EL PEÑOL
NIT: 890.980.917-1
Secretaría De Obras Públicas De El Peñol
Contrato interadministrativo: 042-2024
obrapublica@elpenol-antioquia.gov.co

ASUNTO: Paz y salvo de profesionales del contrato de consultoría CD-017-2025.

OBJETO: "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCION DE PAVIMENTOEN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL, ANTIOQUIA". Número de contrato CD-017-2025.

Cordial saludo,

Yo, **Gloria Cristina Correa Carmona**, mayor de edad identificada con cédula de ciudadanía No. 43.990.966 de Medellín; en mi condición de representante legal de la empresa **DYCO DISEÑO Y CONSULTORIA S.A.S.** identificada con NIT No. 900.898.360-5, certifico que los profesionales pertenecientes al contrato de consultoría CD-017-2025 se encuentran actualmente laborando, a fecha se encuentran a paz y salvo por concepto de prestaciones de ley y salarios; se agrega listado de relación de cargos y responsabilidades de cada disciplina.

PROFESIONAL	CEDULA	CARGO
Gloria Cristina Correa Carmona	43990966	Representante Legal
Juan Camilo Ríos Londoño	1017195263	Coordinador
Yaline Marín Totena	1017234979	Ingeniera Sanitaria E Ingeniera Ambiental
Carlos Mario Henao Yepes	1037625504	Ingeniero Civil - Especialista en Geotecnia
Duván Yesid Munevar Tocarruncho	1049646112	Ingeniero Geólogo
Sebastián Ramírez Rincón	1097391945	Topógrafo

Gloria Cristina Correa Carmona
Representante legal
DYCO DISEÑO Y CONSULTORÍA S.A.S.
NIT 900.898.360-5

Juan Camilo Ríos Londoño
Coordinador
DYCO DISEÑO Y CONSULTORÍA S.A.S.
CC. 1017195263

Yaline Marín Totena
Ingeniera Sanitaria E Ingeniera Ambiental.
DYCO DISEÑO Y CONSULTORÍA S.A.S.
CC. 1017234979

Carlos Mario Henao Yepes
Ingeniero Civil - Especialista en Geotecnia
DYCO DISEÑO Y CONSULTORÍA S.A.S.
CC. 1037625504

Duvan Munevar T.

Duván Yesid Munevar Tocarruncho
Ingeniero Geólogo
DYCO DISEÑO Y CONSULTORÍA S.A.S.
CC. 1049646112

Sebastián Ramírez Rincón
Topógrafo
DYCO DISEÑO Y CONSULTORÍA S.A.S.
CC. 1097391945

SuAporte | REPORTE INDIVIDUAL

Fecha creación reporte 2025-06-16, 05:26:56 p. m. **Tipo Planilla** E **Número Planilla** 77612877

Periodo Cotización 202504 **Periodo Servicio** 202505

PAGADA 2025-05-05 16:19:30.0

I. DATOS DEL APORTANTE

Razón Social	DYCO DISEÑO Y CONSULTORIA SAS				
Documento	NI 900898360	**Dirección**	CR 79 #49 A - 65		
Tipo de Empresa	EMPLEADOR	**Teléfono**	5944323		
Tipo Persona	JURÍDICA	**Forma Presentación**	SUCURSAL	**Total Afiliados**	6
Ciudad	MEDELLIN	**Departamento**	ANTIOQUIA		
Representante Legal	CORREA CARMONA GLORIA CRISTINA	**Identificación**	CC 43990966		

II. DATOS DEL AFILIADO

Documento	CC 43990966		**Residente**		**Exonerado**	S	**Apellidos y Nombres**	**Código Ciudad - Departamento**	**Centro de Trabajo**	**Ubicación Laboral**
Tipo Cotizante	01	00					CORREA CARMONA GLORIA CRISTINA	5001000 - 05		ANTIOQUIA

III. APORTE POR CADA UNA DE LAS ADMINISTRADORAS ASOCIADAS AL AFILIADO:

Novedades																				**Sucursal**	**Tipo cotiz.**	**Salario**	**Pensión**							**Salud**						**Riesgos**					**Caja**				**Parafiscales**			
SLN	IGE	LMA	VAC	TDE	TDA	TDP	TDM	DIV	INT	ELE	RED	SLE	ING	RET	TAE	TAP	VCT	AVP	VST				Código AFP	Código Tasa AFP	Tarifa AFP	IBC	Total Aporte AFP	Total Aporte FSP	Total Aporte FSPS	Código EPS	Código Tasa EPS	Tarifa EPS	IBC EPS	Aporte Salud	Aporte EPS	Código ARL	Clase Riesgo	Tarifa ARL	IBC ARL	Aporte Riesgos	Código CCF	Tarifa CCF	IBC CCF	Aporte Caja	Tarifa SENA	Aporte SENA	Tarifa ICBF	Aporte ICBF

SuAporte | REPORTE INDIVIDUAL

Fecha creación reporte 2025-06-16, 05:27:26 p. m. **Tipo Planilla** E **Número Planilla** 77612933

Periodo Cotización 202504 **Periodo Servicio** 202505

PAGADA 2025-05-05 00:00:00.0

I. DATOS DEL APORTANTE

Razón Social	DYCO DISEÑO Y CONSULTORIA SAS				
Documento	NI 900898360	**Dirección**	CR 79 #49 A - 65		
Tipo de Empresa	EMPLEADOR	**Teléfono**	5944323		
Tipo Persona	JURÍDICA	**Forma Presentación**	SUCURSAL	**Total Afiliados**	8
Ciudad	MEDELLIN	**Departamento**	ANTIOQUIA		
Representante Legal	CORREA CARMONA GLORIA CRISTINA	**Identificación**	CC 43990966		

II. DATOS DEL AFILIADO

Documento	CC 1017195263		**Residente**		**Exonerado**	S	**Apellidos y Nombres**	**Código Ciudad - Departamento**	**Centro de Trabajo**	**Ubicación Laboral**
Tipo Cotizante	01	00					RIOS LONDOÑO JUAN CAMILO	5001000 - 05		ANTIOQUIA

III. APORTE POR CADA UNA DE LAS ADMINISTRADORAS ASOCIADAS AL AFILIADO:

Novedades																						**Subsistencia**	**Tipo salario**	**Salario**	**Pensión**							**Salud**						**Riesgos**					**Caja**				**Parafiscales**			
ING	RET	TDE	TAE	TDP	TAP	VSP	COR	VST	SLN	IGE	LMA	VAC	AVP	VCT	IRP	Días AFP	Días EPS	Días ARP	Días CCF				Código AFP	Código Tipo AFP	Tarifa AFP	IBC	Total Aporte AFP	Total Aporte FSP	Total Aporte FSPS	Código EPS	Código Tipo EPS	Tarifa EPS	IBC EPS	Aporte Salud	Aporte EPS	Código ARL	Clase Riesgo	Tarifa ARL	IBC ARL	Aporte Riesgos	Código CCF	Tarifa CCF	IBC CCF	Aporte Caja	Tarifa SENA	Aporte SENA	Tarifa ICBF	Aporte ICBF
															X	30	30	30	30			1	$ 4.000.000	230301		19 %	$ 4.000.000	$ 768.000	$ 0	$ 0	230301		4 %	$ 4.000.000	$ 192.000	$ 0	14-4	3	3,960 %	$ 4.000.000	$ 334.100	CCF04	4 %	$ 4.000.000	$ 192.000	0 %	$ 0	0 %	$ 0

IV.TOTALES

Total Aportes Pensión	Total Aportes FSP	Total Aportes FSPS	Total Aportes Salud	Total Aportes Riesgos	Total Aportes Cajas	Total Aportes SENA	Total Aportes ICBF	Total Aportes ESAP	Total Aportes MEN	Total Final
PORVENIR	FSP SOLIDARIDAD	FSP SUBSISTENCIA	EPS SURA	SEGUROS DE VIDA COLPATRIA S.A.	COMFAMA	SENA	ICBF	ESAP	MEN	
$ 768.000	$ 0	$ 0	$ 192.000	$ 334.100	$ 192.000	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 1.486.100

Enlace Operativo, Línea Expertos en PILA: Barranquilla: 385 24 44 - Bogotá: 485 4485 - Bucaramanga: 697 87 27 - Cali: 485 9444 - Cartagena: 693 77 27 - Pereira: 340 13 27 - Manizales: 892 80 27 - Medellín: 604 2727 - Desde otras ciudades: 018000 51 99 77.

EXPERTOS en PILA

SuAporte | REPORTE INDIVIDUAL

Fecha creación reporte 2025-06-11, 01:55:41 p. m. **Tipo Planilla** E **Número Planilla** 77612877

Periodo Cotización 202504 **Periodo Servicio** 202505

PAGADA 2025-05-05 16:19:30.0

I. DATOS DEL APORTANTE

Razón Social	DYCO DISEÑO Y CONSULTORIA SAS				
Documento	NI 900896360	**Dirección**	CR 79 #49 A - 65		
Tipo de Empresa	EMPLEADOR	**Teléfono**	5944323		
Tipo Persona	JURÍDICA	**Forma Presentación**	SUCURSAL	**Total Afiliados**	6
Ciudad	MEDELLIN	**Departamento**	ANTIOQUIA		
Representante Legal	CORREA CARMONA GLORIA CRISTINA	**Identificación**	CC 43990966		

II. DATOS DEL AFILIADO

Documento	CC 1049646112		**Residente**		**Exonerado**	S	**Apellidos y Nombres**	**Código Ciudad - Departamento**	**Centro de Trabajo**	**Ubicación Laboral**
Tipo Cotizante	01	00					MUNEVAR TOCARRUNCHO DUVAN YESID	5001000 - 05		ANTIOQUIA

III. APORTE POR CADA UNA DE LAS ADMINISTRADORAS ASOCIADAS AL AFILIADO:

Novedades																											Horas Laboradas	Tipo salario	Salario	Pensión						Salud						Riesgos					Caja				Parafiscales			
ING	RET	TDE	TAE	TDP	TAP	VSP	COR	VST	SLN	IGE	LMA	VAC	AVP	VCT	IRP	Días IRP	Días COT	Días VAC												Código AFP	Código Tras. AFP	Tarifa AFP	IBC	Total Aporte AFP	Total Aporte FSP	Total Aporte FSPS	Código EPS	Código Tras. EPS	Tarifa EPS	IBC EPS	Aporte Salud	Aporte UPC	Código ARL	Clase Riesgo	Tarifa ARL	IBC ARL	Aporte Riesgos	Código CCF	Tarifa CCF	IBC CCF	Aporte Caja	Tarifa SENA	Aporte SENA	Tarifa ICBF	Aporte ICBF
																3	30	0	0	0																																	

SuAporte | REPORTE INDIVIDUAL

Fecha creación reporte 2025-06-11, 01:56:45 p. m. **Tipo Planilla** E **Número Planilla** 77612877

Periodo Cotización 202504 **Periodo Servicio** 202505

PAGADA 2025-05-05 16:19:30.0

I. DATOS DEL APORTANTE

Razón Social	DYCO DISEÑO Y CONSULTORIA SAS				
Documento	NI 900898360	**Dirección**	CR 79 #49 A - 65		
Tipo de Empresa	EMPLEADOR	**Teléfono**	5944323		
Tipo Persona	JURÍDICA	**Forma Presentación**	SUCURSAL	**Total Afiliados**	6
Ciudad	MEDELLIN	**Departamento**	ANTIOQUIA		
Representante Legal	CORREA CARMONA GLORIA CRISTINA	**Identificación**	CC 43990966		

II. DATOS DEL AFILIADO

Documento			Residente		Exonerado		Apellidos y Nombres	Código Ciudad - Departamento	Centro de Trabajo	Ubicación Laboral
Tipo Cotizante	01	00				S	MARIN TOTENA YALINE	5001000 - 05		ANTIOQUIA

III. APORTE POR CADA UNA DE LAS ADMINISTRADORAS ASOCIADAS AL AFILIADO:

| Novedades | | | | |

enlace operativo

SuAporte | REPORTE INDIVIDUAL

Fecha creación reporte 2025-06-11, 01:55:11 p. m. **Tipo Planilla** E **Número Planilla** 77612933

Periodo Cotización 202504 **Periodo Servicio** 202505

PAGADA 2025-05-05 00:00:00.0

I. DATOS DEL APORTANTE

Razón Social	DYCO DISEÑO Y CONSULTORIA SAS				
Documento	NI 900898360	**Dirección**	CR 79 #49 A - 65		
Tipo de Empresa	EMPLEADOR	**Teléfono**	5944323		
Tipo Persona	JURÍDICA	**Forma Presentación**	SUCURSAL	**Total Afiliados**	8
Ciudad	MEDELLIN	**Departamento**	ANTIOQUIA		
Representante Legal	CORREA CARMONA GLORIA CRISTINA	**Identificación**	CC 43990966		

II. DATOS DEL AFILIADO

Documento	CC 1097391945		**Residente**		**Exonerado**	S	**Apellidos y Nombres**	**Código Ciudad - Departamento**	**Centro de Trabajo**	**Ubicación Laboral**
Tipo Cotizante	01	00					RAMIREZ RINCON SEBASTIAN	5001000 - 05		ANTIOQUIA

III. APORTE POR CADA UNA DE LAS ADMINISTRADORAS ASOCIADAS AL AFILIADO:

| Novedades | | | | |

SuAporte | REPORTE INDIVIDUAL

Fecha creación reporte 2025-06-11, 01:56:18 p. m. **Tipo Planilla** E **Número Planilla** 77612033

Periodo Cotización 202504 **Periodo Servicio** 202505

PAGADA 2025-05-05 00:00:00.0

I. DATOS DEL APORTANTE

Razón Social	DYCO DISEÑO Y CONSULTORIA SAS				
Documento	NI 900898360	**Dirección**	CR 79 #49 A - 65		
Tipo de Empresa	EMPLEADOR	**Teléfono**	5944323		
Tipo Persona	JURÍDICA	**Forma Presentación**	SUCURSAL	**Total Afiliados**	8
Ciudad	MEDELLIN	**Departamento**	ANTIOQUIA		
Representante Legal	CORREA CARMONA GLORIA CRISTINA	**Identificación**	CC 43990986		

II. DATOS DEL AFILIADO

Documento	CC 1037625504		**Residente**		**Exonerado**	S	**Apellidos y Nombres**	**Código Ciudad - Departamento**	**Centro de Trabajo**	**Ubicación Laboral**
Tipo Cotizante	01	00					HENAO YEPES CARLOS MARIO	5001000 - 05		ANTIOQUIA

III. APORTE POR CADA UNA DE LAS ADMINISTRADORAS ASOCIADAS AL AFILIADO:

| **Novedades** | | | | |

enlace operativa

SuAporte

AUTOLIQUIDACIÓN CONSOLIDADA

Fecha creación reporte: 2025-06-25 11:30:23 AM | Tipo Planilla: I - PLANILLA EMPLEADOS EMPRESAS. | Número Planilla: 76708758

Periodo Cotización: mayo de 2025 | Periodo Servicio: junio de 2025

PAGADO 25/06/2025

I. DATOS DEL APORTANTE

Razón Social	DYCO DISEÑO Y CONSULTORIA SAS	Nombre Sucursal	ADMINISTRACION	Código Sucursal	01
Documento	N900896350	Dirección	CR 79 #43 A - 65		
Tipo de Empresa	EMPLEADOR	Teléfono	3944323		
Tipo Persona	JURÍDICA	Forma Presentación	ELECTRONICA		
Ciudad	MEDELLIN	Departamento	ANTIOQUIA		
Representante Legal	CUBILLOS CARVONA GLORIA CRISTINA	Identificación	CC 43990966		
Total Afiliados	3	ARP	SEGUROS DE VIDA COLPATRIA S.A.		

II. DETALLE DEL APORTANTE

Datos del Afiliado				Novedades										Pensiones			Salud			Riesgos			Cajas			Parafiscales				Total

III. TOTALES

Enlace Operativo. Líneas Gratuitas en Pais. Barranquilla: 385 3444 - Bogotá: 485 4445 - Bucaramanga: 697 57 27 - Cali: 485 8444 - Cartagena: 693 77 21 - Pereira: 340 43 21 - Montería: 792 85 33 - Medellín: 604 2727 - Desde otras ciudades: 01800 51 88 77.

Antes de imprimir, asegúrate que es necesario. Proteger el medio ambiente está en nuestras manos.

enlace operativo

SuAporte

AUTOLIQUIDACIÓN CONSOLIDADA

Fecha creación reporte: 2025-06-25, 11:50:52 AM | Tipo Planilla: E. PLANILLA EMPLEADOS EMPRESAS. | Número Planilla: 7251588

Periodo Cotización: mayo de 2025 | Periodo Servicio: junio de 2025

PAGADO 25/06/2025

I. DATOS DEL APORTANTE

Razón Social	DYCO DISEÑO Y CONSULTORIA SAS	Nombre Sucursal	ADMINISTRACION	Código Sucursal	11
Documento	NIT 900808360	Dirección	CR 78 #38 A - 65		
Tipo de Empresa	EMPLEADOR	Teléfono	5944323		
Tipo Persona	JURÍDICA	Forma Presentación	SUCURSAL		
Ciudad	MEDELLIN	Departamento	ANTIOQUIA		
Representante Legal	CORREA HARMONA GLORIA CRISTINA	Identificación	CC 43910966		
Total Afiliados	4	ARP	SEGUROS DE VIDA COLPATRIA S.A.		

II. DETALLE DEL APORTANTE

Datos del Afiliado				Novedades																Pensiones			Salud				Riesgos				Caja				Parafiscales				Total

III. TOTALES

Enlace Operativo. Líneas Expertas en PILA: Barranquilla 360 24 44 - Bogotá 485 6464 - Bucaramanga 637 87 27 - Cali 485 8444 - Cartagena 693 77 37 - Pereira 340 15 37 - Manizales 886 88 27 - Medellín 486 6333 - Desde otras ciudades 01 8333 51 36 77.

Antes de imprimir, asegúrese que sea realmente necesario. Protegamos el medio ambiente entre todos.

EXPERTOS EN PILA

SEGUROS DEL ESTADO S.A.

NIT. 860.009.578-6

POLIZA DE SEGURO DE CUMPLIMIENTO ENTIDAD ESTATAL

DECRETO 1082 DE 2015

CIUDAD DE EXPEDICIÓN	SUCURSAL	COD.SUC	NO.PÓLIZA	ANEXO
MEDELLIN	MEDELLIN	65	65-44-101238437	0

FECHA EXPEDICIÓN DÍA	MES	AÑO	VIGENCIA DESDE DÍA	MES	AÑO	A LAS HORAS	VIGENCIA HASTA DÍA	MES	AÑO	A LAS HORAS	TIPO MOVIMIENTO
04	04	2025	04	04	2025	00:00	05	06	2028	23:59	EMISION ORIGINAL

DATOS DEL TOMADOR / GARANTIZADO

NOMBRE O RAZON SOCIAL		IDENTIFICACION
	DYCO DISEÑO Y CONSULTORIA SAS	NIT: 900.896.360-5
DIRECCIÓN: CL 33 A NRO. 72 - 22 AP 201	CIUDAD: MEDELLIN, ANTIOQUIA	TELÉFONO: 5044363

DATOS DEL ASEGURADO / BENEFICIARIO

ASEGURADO / BENEFICIARIO:		IDENTIFICACIÓN
	EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL	NIT: 901.537.748-4
DIRECCIÓN: CR 17 # 40 ED LA MILAGROSA EL PEÑOL	CIUDAD: PENOL, ANTIOQUIA	TELÉFONO 3104491096
ADICIONAL:		

OBJETO DEL SEGURO

CON SUJECIÓN A LAS CONDICIONES GENERALES DE LA PÓLIZA QUE SE ANEXAN ECUSIDO, QUE FORMAN PARTE INTEGRANTE DE LA MISMA Y QUE EL ASEGURADO Y EL TOMADOR DECLARAN HABER RECIBIDO Y HASTA EL LÍMITE DE VALOR ASEGURADO SEÑALADO EN CADA AMPARO, SEGUROS DEL ESTADO S.A., GARANTIZA:

GARANTIZAR EL PAGO DE LOS PERJUICIOS ORIGINADOS DEL INCUMPLIMIENTO DEL CONTRATO N. CD-017-2025 CELEBRADO ENTRE LAS PARTES, RELACIONADO CON CONSULTORIA PARA LA REALIZACION DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCION DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, Y INGRESO A LA VEREDA ALTOS DE EL PEÑOL Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL.
NOTA ACLARATORIA
EL AMPARO DE ESTABILIDAD DE LA OBRA Y CALIDAD DEL SERVICIO OTORGADO MEDIANTE LA PRESENTE POLIZA, TIENE VIGENCIA DE (3) AÑOS, CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA DE SUSCRIPCION DEL ACTA DE RECIBO Y ENTREGA FINAL DE LA OBRA A ENTERA SATISFACCION POR PARTE DE LA ENTIDAD CONTRATANTE, LO CUAL DEBERA SER REMITIDO OPORTUNAMENTE Y POR ESCRITO SEGUROS DEL ESTADO.

ASEGURADO/BENEFICIARIO: EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL E.A.E.P. con NIT 901.537.748-4 y MUNICIPIO DE EL PEÑOL con NIT 890.980.317-1.

AMPAROS

RIESGO: CONSULTORIA

AMPAROS	VIGENCIA DESDE	VIGENCIA HASTA	SUMA ASEG/ACTUAL
CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO	04/04/2025	05/12/2025	$4,413,055.50
PAGO DE SALARIOS, PRESTACIONES SOCIALES LEGALES E INDEMNIZACIONES LABORALES	04/04/2025	05/04/2028	$2,942,037.00
CALIDAD DEL SERVICIO	05/06/2025	05/04/2027	$5,884,074.00

ACLARACIONES

VALOR PRIMA NETA	GASTOS EXPEDICIÓN	IVA	TOTAL A PAGAR	VALOR ASEGURADO TOTAL	PLAN DE PAGO
$ *****104,408.00	$ *******8,000.00	$ ******21,357.00	$ **********133,765.00	$ *******13,239,186.50	CONTADO

INTERMEDIARIO			DISTRIBUCION COASEGURO		
NOMBRE	CLAVE	% DE PART	NOMBRE COMPAÑIA	% PART.	VALOR ASEGURADO
ALIANSEGUROS DE COLOMBIA Y CIA LTDA	142570	100.00			

QUEDA EXPRESAMENTE CONVENIDO QUE LAS OBLIGACIONES DE SEGUROS DEL ESTADO S.A. SE REFIERE UNICAMENTE AL OBJETO Y OBSERVACIONES DE LA(S) GARANTIA(S) QUE SE ESPECIFICAN EN ESTE CUADRO.

NOTA: SEGUROS DE ESTADO S.A SE RESERVA EL DERECHO DE REVISAR Y HACER ACOMPAÑAMIENTO AL RIESGO ASUMIDO DURANTE LA VIGENCIA DE LA PRESENTE PÓLIZA, POR LO TANTO EL ASEGURADOR COMO EL TOMADOR, PRESTARAN SU COLABORACIÓN

65-44-101238437

FIRMA AUTORIZADA: Jose Luis Olaya - Vicepresidente de Finanzas

FIRMA TOMADOR

VIGILADO SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA

SEGUROS DEL ESTADO S.A.

NIT. 860.009.578-6

POLIZA DE SEGURO DE CUMPLIMIENTO ENTIDAD ESTATAL

DECRETO 1082 DE 2015

CIUDAD DE EXPEDICIÓN	SUCURSAL	COD.SUC	NO.PÓLIZA	ANEXO
MEDELLIN	MEDELLIN	65	65-44-101238437	0

FECHA EXPEDICIÓN DÍA	MES	AÑO	VIGENCIA DESDE DÍA	MES	AÑO	A LAS HORAS	VIGENCIA HASTA DÍA	MES	AÑO	A LAS HORAS	TIPO MOVIMIENTO
04	04	2025	04	04	2025	00:00	05	06	2028	23:59	EMISION ORIGINAL

DATOS DEL TOMADOR / GARANTIZADO

NOMBRE O RAZON SOCIAL		IDENTIFICACIÓN
	DYCO DISEÑO Y CONSULTORIA SAS	NIT: 900.898.360-5

DIRECCIÓN	CIUDAD	TELÉFONO
CL 33 A NRO. 72 - 22 AP 201	MEDELLIN, ANTIOQUIA	5044363

DATOS DEL ASEGURADO / BENEFICIARIO

ASEGURADO / BENEFICIARIO:		IDENTIFICACIÓN
	EMPRESA AUTONOMA DE EL PEÑOL	NIT: 901.537.748-4

DIRECCIÓN	CIUDAD	TELÉFONO
CR 17 # 40 ED LA MILAGROSA EL PEÑOL	PENOL, ANTIOQUIA	3104491095

ADICIONAL:

PAGUESTADO

PAGINA WEB

pse · VISA · MasterCard · American Express

CORRESPONSALES BANCARIOS

Carulla · Super INTER · SURTIMAX · Bancolombia · éxito

Pagos con convenio *No aplica para transferencias

Banco de Bogotá — Seguros del Estado S.A Cuenta Corriente 008465445

Grupo Bancolombia — Seguros del Estado S.A Cuenta Convenio 47189

VALOR PRIMA NETA	GASTOS EXPEDICIÓN	IVA	TOTAL A PAGAR	VALOR ASEGURADO TOTAL	PLAN DE PAGO
$ *****104,408.00	$ *******8,000.00	$ ******21,357.00	$ **********133,765.00	$ ********13,239,168.50	CONTADO

INTERMEDIARIO			DISTRIBUCION COASEGURO		
NOMBRE	CLAVE	% DE PART	NOMBRE COMPAÑIA	% PART.	VALOR ASEGURADO
ALIANSEGUROS DE COLOMBIA Y CIA LTDA	143570	100.00			

QUEDA EXPRESAMENTE CONVENIDO QUE LAS OBLIGACIONES DE SEGUROS DEL ESTADO S.A. SE REFIERE UNICAMENTE AL OBJETO Y OBSERVACIONES DE LA(S) GARANTIA(S) QUE SE ESPECIFICAN EN ESTE CUADRO.

NOTA: SEGUROS DE ESTADO S.A SE RESERVA EL DERECHO DE REVISAR Y HACER ACOMPAÑAMIENTO AL RIESGO ASUMIDO DURANTE LA VIGENCIA DE LA PRESENTE PÓLIZA, POR LO TANTO EL ASEGURADOR COMO EL TOMADOR, PRESTARAN SU COLABORACIÓN

PARA EFECTOS DE NOTIFICACIONES LA DIRECCIÓN DE SEGUROS DEL ESTADO S.A. ES CALLE 53 NO 45-45 OFICINA 1006 - TELEFONO: 3695060 - MEDELLIN

FORMA DE PAGO		
BANCO	CHEQUE No.	VALOR

EFECTIVO	
CHEQUE	
TOTAL $	

(415)7709998021187(8020)130126012643(3900)0000001337(96)20260604

REFERENCIA PAGO: 1101262012630-2

VIGILADO SUPERINTENDENCIA FINANCIERA DE COLOMBIA

COPIA PARA PAGO EN BANCOS NO NEGOCIABLE

SEGUROS DEL ESTADO S.A.

NIT. 860.009.578-6

CONSTANCIA DE NO REVOCATORIA NI CANCELACION POR FALTA DE PAGO DE LA PRIMA

Hacemos constar, que la póliza Nº 101238437, anexo 0, no expirara por falta de pago de la prima, ni por revocatoria unilateral del tomador de la póliza o de la aseguradora.

Lo anterior de conformidad con lo establecido en el decreto 1082 de 2015 el cual regula las garantías ante entidades estatales

Dado en MEDELLIN a los 04 días del mes de ABRIL de 2025

65-44-101238437

FIRMA AUTORIZADA: Jose Luis Ojeda - Vicepresidente de Fianzas

DIAN

Formulario del Registro Único Tributario

001

2. Concepto: 02 Actualización

4. Número de formulario: 141044594351

(415)7707212489984(8020)000014104459435 1

5. Número de Identificación Tributaria (NIT)	6. DV	12. Dirección seccional	14. Buzón electrónico
900898360	5	Impuestos de Medellín 1 1	

IDENTIFICACIÓN

24. Tipo de contribuyente	25. Tipo de documento	26. Número de identificación	
Persona jurídica 1			

Lugar de expedición	28. País	29. Departamento	30. Ciudad/Municipio

31. Primer apellido	32. Segundo apellido	33. Primer nombre	34. Otros nombres

35. Razón social
DYCO DISEÑO Y CONSULTORIA S.A.S.

36. Nombre comercial	37. Sigla

UBICACIÓN

38. País	39. Departamento	40. Ciudad/Municipio
COLOMBIA 169	Antioquia 05	Medellín 001

41. Dirección principal
CR 79 49 A 65

42. Correo electrónico: consultoriadyco@gmail.com

43. Código postal	44. Teléfono 1	45. Teléfono 2
	3123584778	6045944323

CLASIFICACIÓN

Actividad económica

Actividad principal		Actividad secundaria		Otras actividades		Ocupación	
46. Código	47. Fecha inicio actividad	48. Código	49. Fecha inicio actividad	50. Código 1	2	51. Código	52. Número establecimientos
7111	2015 10 09	4330	2015 10 09	4390			

Responsabilidades, Calidades y Atributos

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
53. Código	5	7	9	1	4	4	2	4	8	5	2	5	5													

05- Impto. renta y compl. régimen ordinar
07- Retención en la fuente a título de rent
09- Retención en la fuente en el impuesto
14- Informante de exogena
42- Obligado a llevar contabilidad
48 - Impuesto sobre las ventas - IVA
52 - Facturador electrónico
55 - Informante de Beneficiarios Finales

Usuarios aduaneros

54. Código	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Exportadores

55. Forma	56. Tipo	Servicio	1	2	3
		57. Modo			
		58. CPC			

IMPORTANTE: Sin perjuicio de las actualizaciones a que haya lugar, la inscripción en el Registro Único Tributario -RUT-, tendrá vigencia indefinida y en consecuencia no se exigirá su renovación

Para uso exclusivo de la DIAN

59. Anexos: SI [ ] NO [X] — 60. No. de Folios: 0

La información suministrada a través del formulario oficial de inscripción, actualización, suspensión y cancelación del Registro Único Tributario (RUT), deberá ser exacta y veraz; en caso de constatar inexactitud en alguno de los datos suministrados se adelantarán los procedimientos administrativos sancionatorios o de suspensión, según el caso. Parágrafo del artículo 1.6.1.2.6 del Decreto 1625 del 2016. De igual manera al formalizar el trámite el usuario fue informado y acepta la política de tratamiento de datos ley 1581 de 2012.

Firma del solicitante:

Sin perjuicio de las verificaciones que la DIAN realice.

Firma autorizada:

984. Nombre: CORREA CARMONA GLORIA CRISTINA

985. Cargo: Representante legal Certificado

Fecha generación documento PDF: 06-06-2025 09:50:18AM

DIAN

Formulario del Registro Único Tributario

001

Espacio reservado para la DIAN

4. Número de formulario: 141044594351

5. Número de identificación Tributaria (NIT)	6. DV	12. Dirección seccional	14. Sucursal electrónico
9 0 0 8 9 8 3 6 0	5	Impuestos de Medellín 1 1	

Características y formas de las organizaciones

62. Naturaleza	2	63. Formas asociativas	1 2	64. Entidades e institutos de derecho público de orden nacional, departamental, municipal y descentralizados	
65. Fondos		66. Cooperativas		67. Sociedades y organismos extranjeros	
68. Sin personería jurídica		69. Otras organizaciones no clasificadas		70. Beneficio	1

Constitución, Registro y Última Reforma

Documento	1. Constitución	2. Reforma
71. Clase	0 4	
72. Número		
73. Fecha	2 0 1 5 1 0 0 9	
74. Número de notaría		
75. Entidad de registro	0 3	
76. Fecha de registro	2 0 1 5 1 0 1 4	
77. No. Matrícula mercantil	2 1 5 4 7 4 3 7 1 2	
78. Departamento	0 5	
79. Ciudad/Municipio	0 2 1	
Vigencia		
80. Desde	2 0 1 5 1 0 0 9	
81. Hasta	2 0 9 9 1 2 3 1	

Composición del Capital

82. Nacional	1 0 0 %
83. Nacional público	0 . 0 %
84. Nacional privado	1 0 0 . 0 %
85. Extranjero	0 %
86. Extranjero público	0 . 0 %
87. Extranjero privado	0 . 0 %

Entidad de vigilancia y control

88. Entidad de vigilancia y control: Superintendencia de Sociedades 5

Estado y Beneficio

Ítem	89. Estado actual	90. Fecha cambio de estado	91. Número de identificación Tributaria (NIT)	92. DV
1	8 1	2 0 1 6 0 1 0 1		
2				
3				
4				
5				

Vinculación económica

93. Vinculación económica	94. Nombre del grupo económico y/o empresarial	95. Número de Identificación Tributaria (NIT) de la Matriz o Controlante	96. DV.

97. Nombre o razón social de la matriz o controlante

170. Número de identificación tributaria otorgado en el exterior	171. País	172. Número de identificación tributaria sociedad o natural del exterior con EP	

173. Nombre o razón social de la sociedad o natural del exterior con EP

COPIA CERTIFICADO CONTENIDO SIN COSTO

DIAN

Formulario del Registro Único Tributario
Representación

001

Página 3 de 4 Hoja 3

Espacio reservado para la DIAN

4. Número de formulario 141044594351

5. Número de Identificación Tributaria (NIT)	6. DV	12. Dirección seccional		14. Buzón electrónico
9 0 0 8 9 8 3 6 0	5	Impuestos de Medellín	1 1	

Representación

98. Representación: REPRS LEGAL PRIN 1 8		99. Fecha inicio ejercicio representación: 2 0 2 1 1 2 1 0		
100. Tipo de documento: Cédula de Ciudadanl 1 3	101. Número de identificación: 4 3 9 9 0 9 6 6	102. DV	103. Número de tarjeta profesional	
104. Primer apellido: CORREA	105. Segundo apellido: CARMONA	106. Primer nombre: GLORIA	107. Otros nombres: CRISTINA	
108. Número de identificación Tributaria (NIT)	109. DV	110. Razón social representante legal		

2

98. Representación		99. Fecha inicio ejercicio representación		
100. Tipo de documento	101. Número de identificación	102. DV	103. Número de tarjeta profesional	
104. Primer apellido	105. Segundo apellido	106. Primer nombre	107. Otros nombres	
108. Número de identificación Tributaria (NIT)	109. DV	110. Razón social representante legal		

3

98. Representación		99. Fecha inicio ejercicio representación		
100. Tipo de documento	101. Número de identificación	102. DV	103. Número de tarjeta profesional	
104. Primer apellido	105. Segundo apellido	106. Primer nombre	107. Otros nombres	
108. Número de identificación Tributaria (NIT)	109. DV	110. Razón social representante legal		

4

98. Representación		99. Fecha inicio ejercicio representación		
100. Tipo de documento	101. Número de identificación	102. DV	103. Número de tarjeta profesional	
104. Primer apellido	105. Segundo apellido	106. Primer nombre	107. Otros nombres	
108. Número de identificación Tributaria (NIT)	109. DV	110. Razón social representante legal		

5

98. Representación		99. Fecha inicio ejercicio representación		
100. Tipo de documento	101. Número de identificación	102. DV	103. Número de tarjeta profesional	
104. Primer apellido	105. Segundo apellido	106. Primer nombre	107. Otros nombres	
108. Número de identificación Tributaria (NIT)	109. DV	110. Razón social representante legal		

COPIA CONTROLADA
DOCUMENTO SIN COSTO

DIAN

Formulario del Registro Único Tributario
Revisor Fiscal y Contador

001

Página 4 de 4 **Hoja 5**

Espacio reservado para la DIAN

4. Número de formulario: 141044594351

(415)7707212469984(8020) 000014104459435 1

5. Número de Identificación Tributaria (NIT)	6. DV	12. Dirección seccional	13. Buzón electrónico
9 0 0 6 9 8 3 6 0	5	Impuestos de Medellín 1 1	

Revisor Fiscal y Contador

Revisor fiscal principal

124. Tipo de documento	125. Número de identificación	126. DV	127. Número de tarjeta profesional

128. Primer apellido	129. Segundo apellido	130. Primer nombre	131. Otros nombres

132. Número de Identificación Tributaria (NIT)	133. DV	134. Sociedad o firma designada

135. Fecha de nombramiento

Revisor fiscal suplente

136. Tipo de documento	137. Número de identificación	138. DV	139. Número de tarjeta profesional

140. Primer apellido	141. Segundo apellido	142. Primer nombre	143. Otros nombres

144. Número de Identificación Tributaria (NIT)	145. DV	146. Sociedad o firma designada

147. Fecha de nombramiento

Contador

148. Tipo de documento	149. Número de identificación	150. DV	151. Número de tarjeta profesional
Cédula de Ciudadanía 1 3	1 1 5 2 6 9 9 2 2 7		2 3 0 9 8 2 T

152. Primer apellido	153. Segundo apellido	154. Primer nombre	155. Otros nombres
VELEZ	CEBALLOS	CAROLINA	

156. Número de Identificación Tributaria (NIT)	157. DV	158. Sociedad o firma designada

159. Fecha de nombramiento
2 0 1 5 1 0 2 1

COPIA CERTIFICADO DOCUMENTO CONTROLADO

Certificado
Bancario

Jueves, 12 de junio de 2025

Señor(a)
A quien interese

BANCOLOMBIA S.A. se permite informar que DYCO DISE#O Y CONSULTORIA S.A.S. identificado(a) con NIT 900698360, a la fecha de expedición de esta certificación, tiene con el banco los siguientes productos:

Producto	No. Producto	Fecha Apertura	Estado
CUENTA DE AHORROS	00483434103	2017/10/10	ACTIVA

***Importante:** Esta constancia solo hace referencia a los productos mencionados anteriormente.

*Si desea verificar la veracidad de esta información, puede comunicarse con la Sucursal Telefónica Bancolombia los siguientes números: Medellín - Local: (60-4) 510 90 00 - Bogotá - Local: (60-1) 343 00 00 - Barranquilla - Local: (60-5) 361 88 88 - Cali - Local: (60-2) 554 05 05 - Resto del país: 01800 09 12345. Sucursales Telefónicas en el exterior: España (34) 900 995 717 - Estados Unidos (1) 1 866 379 97 14.

Catalina Cortés Uribe
Gerente Servicios Contact Center & BPO

Bancolombia

PROYECTO:

"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCION DE PAVIMENTOEN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL, ANTIOQUIA"

MUNICIPIO DE EL PEÑOL
Departamento de Antioquia
ALCALDÍA MUNICIPAL

LOCALIZACIÓN:

MUNICIPIO DE EL

PEÑOL

CONTIENE:

INFORME LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

REALIZÓ:

SEBASTIAN RAMIREZ RINCON

ABRIL DE 2025

HOJA DE CONTROL DE DOCUMENTO			
Nombre del documento:	Informe topográfico Pavimentación Urbana, municipio de El Peñol, Antioquia		
Código del documento:	25008		
Versión:	Definitiva	**Fecha de la versión:**	**11/04/2025**

ELABORACIÓN, REVISIÓN, VERIFICACIÓN Y APROBACIÓN			
Actividad	**Fecha**	**Nombre del ejecutor**	**Firma**
Elaboración	11/04/2025	Sebastián Ramírez Rincón	

DISTRIBUCIÓN		
Persona a quien se envía	**Cargo**	**Organización**

CONTROL DE VERSIONES		
Versión	**Fecha**	**Naturaleza del cambio realizado con respecto a la versión anterior**

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 5

2. Metodología De Trabajo 6

3. levantamiento topográfico 7

3.1. Levantamiento Topográfico Con Estación Total 7

3.2. Vuelo Fotogramétrico 9

4. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION 9

5. CERTIFICADOS EQUIPOS TOPOGRAFICOS 15

1. INTRODUCCIÓN

El presente es el informe de levantamiento topográfico de la zona que tiene como objetivo evaluar las condiciones del terreno natural actual y determinar su diseño para la construcción de una estructura de pavimento en asfalto caliente siguiendo los lineamientos del *Instituto Nacional de Vías*, en una longitud total de 150 m dispuesto en 2 tramos en jurisdicción del municipio de El Peñol, en el departamento de Antioquia. Dicho tramo, actualmente consta de un tramo de 90.70 metros en vía pavimentada con concreto rígido pero que se realizó reposición de acueducto y alcantarillado y quedo en muy mal estado y otro tramo de 60 metros que se encuentra en placa huella y se encuentra en mal estado el proyecto se ubica en el casco urbano en la carrera 23c entre transversales 15 y 8; y la entrada a la vereda horizontes como lo muestra la figura 1- 1 (ver Figura 1-1).



Figura 1-1. Localización general zona de estudio
Fuente: Google Earth, 2025.

2. Metodología De Trabajo

Los trabajos de control terrestre que se llevaron a cabo desarrollando las actividades siguientes:

- Recopilación de información toma de información de construcciones existentes y de terreno natural existentes en medio de predio que se afectara, identificación del lindero existente

- Reconocimiento y foto identificación de puntos de control terrestre metodología utilizada para la toma de la orto imagen en el campo

- Ubicación de puntos de amarre geo-referenciados

3. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

3.1. CONFIGURACIÓN Y ADOPCIÓN DE DATUM HORIZONTAL Y VERTICAL

La metodología de levantamiento topográfico tiene varias maneras y modelos a realizarse en el predio ya que el diseño que se debe realizar viene con diferentes modelos.

Basándonos en el sistema de coordenadas EPSG 9377, MAGNA SIRGAS origen nacional Configurando los equipos para la georreferenciación con los valores mencionados en la siguiente tabla adicional a ello se realiza el cargue del GEOCOL2004 para utilizar como nuestro sistema altimétrico.

Parámetro	Valor
Proyección	Transversa de Mercator
Elipsoide	GRS80
Origen: Latitud	4° N
Origen: Longitud	73° W
Falso Este	5.000.000
Falso Norte	2.000.000
Unidades	Metros
Factor de escala	0.9992

3.2. AMARRE GEODESICO.

Para iniciar el trabajo de campo luego de tener la configuración de los equipos GNSS realizamos un geoposicionamiento en cada uno de los mojones ubicados por pares localizados en la parte inicial del proyecto los Mojones denominados como GPS 001 Y GPS 002, mojones GPS 003 Y GPS 004 ubicados a 3 km de distancia y culminando con los GPS 004 Y GPS 005 que se fundieron al final del tramo; realizamos un posicionamiento en cada mojón utilizando tiempos de rastreo de 360 epocas ósea 6 horas por cada uno para cumplir con los parámetros dados por la norma utilizando como base los vértices del IGAC ubicados en Medellín denominados MEDE y el otro ubicado en Puerto Berrio Antioquia denominado BERR. Para luego realizar el post proceso de la información y de esta manera obtener las coordenadas
ajustadas para cada uno de los vértices

3.3 LEVANTAMIENTO CON ESTACION TOTAL.

El proceso con el levantamiento convencional utilizando estación total con un método de poligonal abierta utilizando como base unos deltas encontrados en campo con las coordenadas que se muestran en la Tabla 1, la precisión de los equipos en este sector que se realizo es para generar posibles excavaciones por tal motivo realizamos este procedimiento con el equipo mencionado anteriormente, en este levantamiento se realizó la primera fase tomando los puntos de terreno natural (TN) que es como en la actualidad se encuentra el sitio y cada una de las construcciones existentes y sitios que están aledaños a la zona de trabajo

Se ejecutó una poligonal con medida directa, utilizándose para ello estación total marca HI-TARGET ZTS360-R cada medida se realizó en modo fino, en series de 2 visadas cada una,
de las cuales el software de cálculo tomo el promedio final, de esta manera se reduce al mínimo el error del operador y logrando errores de cierre dentro de lo permitido por los términos de referencia los cuales son:

DESCRIPCION	CUARTO ORDEN	POLIGONALES SECUNDARIAS
Límite de error azimutal Máximo error en Distancia Cierredespués del ajuste Acimutal Criterio de calculo	15" (N) ½ 1:10,000 1:5,00 MC o Crandall	30" (N) ^ ½ 1:5,00 1:3,00 MC o Crandall

Tabla2.

MC=Mínimos cuadrados
N = números de vértices

La verificación de los puntos se realizó y no se encontraron diferencias en coordenadas ni elevación la distancia entre los puntos no era superior a 300 sin obstáculos en la visual entre ellos.

En el levantamiento topográfico se realizó la toma de información de las construcciones existentes en el momento la vegetación representativa que existía en la zona, también se realizó la toma de información de los desniveles de terrero y la topografía a la margen del rio existente.

La información obtenida de la labor en campo se ha procesado empleando el programa de software de cálculo en el caso de la estación total, entregado información clara y concisa para la elaboración de los entregables como lo son los planos y las carteras impresas.

3.4 VUELO FOTOGRAMETRICO.

Para tomar la información fotogramétrica y el procesamiento de nuestro orto mosaico realizamos un total de 1 vuelo con una duración promedio de 25 minutos realizando una toma de imágenes cada 2 segundos haciéndolo en modo manual teniendo en cuenta que la altura de los vuelos era de 80 metros y manteníamos una velocidad promedio de 5m/s realizando por cada vuelo una barrido de ida y otro de vuelta de igual manera para poder realizar el amarre de la información tomamos puntos de control previamente referenciados con coordenadas amarradas al proyecto. Utilizamos un dron marca UATEL de referencia EVO R3 PRO con cámara 6K y realizamos el procesamiento de la información tomada mediante el software AGISOFT obteniendo un orto mosaico con la ubicación de nuestro proyecto

4. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

El procesamiento de la información recopilada en campo es el complemento perfecto para la obtención de insumos de muy buena calidad para la ingeniería, cada parte cada punto articulado nos dan los grandes resultados que obtenemos. De acuerdo a los equipos utilizados manejos los softwares precisos para el procesamiento como lo son AutoCAD Civil 3D para la elaboración del plano en planta y las secciones transversales, A|gisoft metashape para crear la orto imagen se realizaron las labores trabajando con sistema de coordenadas MAGNA SIRGAS EPSG 9377 ORIGEN NACIONAL.

Resumen de las distancias horizontales

Resumen de registro de las lecturas de las distancias electrónicas y Zenitales, que como el anterior es un extracto de las distancias Electrónicas, inclinadas observadas y los ángulos verticales Observados en el campo.

Las distancias inclinadas medidas con el distancio metro se corrigió por refracción, por temperatura y altura sobre el nivel del mar.

Para el cálculo de reducción de distancias. Refracción y curvatura, se trasladaron los datos del formato de campo al formato de cálculo de elevaciones, tanto de los ángulos verticales observados, así como las distancias inclinadas corregidas.

Se procedió a calcular la excéntrica vertical debido a la diferencia existente entre la altura del instrumento y altura de la señal visada.

Para la otra corrección por refracción y curvatura que siempre es positiva se aplicó la fórmula:

-(t – t) st. Sen 1"

Para la otra corrección por refracción y curvatura que siempre es positiva se aplicó la fórmula:

C = st.Km 2 x 0.0683/ st.sen1".

Dónde: st. Km2 es la distancia inclinada expresada en Km2 sumando las correcciones

de reducción de distancias, refracción y curvatura a la distancia cenital observada se

obtiene la distancia cenital corregida. Igual procedimiento se siguió para las distancias cenitales reciprocas.

El ángulo medio o semidiferencia de las distancias cenitales (h) se ha obtenido del promedio de las diferencias entre las distancias cenitales corregidas reciprocas y directas que también tienen valores positivos o negativos.

Las distancias horizontales y verticales o desniveles se por la formulas:

DH = st.cosh

DV = st.senh

Dónde: DH = Distancia Horizontal

DV = Distancia Vertical

St = Distancia inclinada corregida

h = Angulo medio

Considerando que el error de cierre vertical está dado por la suma de desniveles positivo y negativo que en una poligonal cerrada debe ser igual a cero. Este error de cierre vertical debe ser compensado:

- Distribuyéndose la corrección proporcional a las longitudes de los lados de la poligonal.

- Cálculo de coordenadas planas U.T.M. de las poligonales básicas

Con los azimuts planos o de cuadricula realizados los ajustes por cierre azimutal y hechas las correcciones necesarias a los ángulos observados y a las distancias horizontales se transformaron los valores planos procediéndose luego al cálculo de las coordenadas planas mediante la fórmula:

DN = d cos ac

DE = d sen ac

Dónde: ac = Es el azimut plano o de cuadricula

D=distancia cuadricula

DN= Incremento o desplazamiento del Norte

DE= Incremento o desplazamiento del Este

Estos valores se añaden a las coordenadas de un vértice para encontrar la del vértice siguiente y asi sucesivamente hasta completar la poligonal.

Al comparar las coordenadas fijas del vértice de partida con las calculadas, se encuentran una diferencia tanto en ordenadas (norte) como en las abscisas (este). Esta diferencia es el error de cierre de posición o error de cierre lineal cuyo valor es:

Ep= {(En)2 + (eE)2} 1/2

Dónde: eN=Incremento o desplazamiento del Norte

eE= Incremento o desplazamiento del Este

b. Compensación

Debido al error de cierre lineal, las coordenadas calculadas deben corregirse mediante una compensación, que consiste en distribuir ese error proporcionalmente a la longitud de cada lado.

Se usó la siguiente formula:

C= d/Sd x eN o eE

Donde:

D= Distancia de un lado

Sd= Suma de las distancias o longitud poligonal

eN= Incremento o desplazamiento del Norte

eE= Incremento o desplazamiento del Este

la información procesada y corregida es la consignada en la siguiente tabla donde se muestran las coordenadas de la primera zona del lote proyecto.



SEBASTIAN RAMIREZ RINCON

TOPOGRAFO

LP. 01-16746

Nota: Se adjunta las carteras de campo en archivos independientes

5. CERTIFICADOS EQUIPOS TOPOGRAFICOS



JM EQUIPOS

F- CERTIFICADO DE AJUSTE

SERVICIO DE LABORATORIO
OPTICO MECÁNICO Y ELECTRÓNICO

CERTIFICADO
No. C-911

GEOMAX TOPCON Leica PENTAX SOKKIA Nikon

Medellín: Calle 30B #71-42 PBX:(574) 3220619 Ext. 102 Cel: 310-7083526
Bogotá: Calle 51 # 71A-18 CF 101 Tel: (571) 7509969
www.jmequipos.com - laboratorio@jmequipos.com - laboratorio.bogota@jmequipos.com - ventas@jmequipos.com

JM EQUIPOS

F. CERTIFICADO DE AJUSTE

Código: G-T- 01
Versión: 04
Fecha: 12-02-2018
Copia controlada
Hoja 1 de 2

SERVICIO DE LABORATORIO OPTICOMECÁNICO Y ELECTRÓNICO

CERTIFICADO NO. C5912

INSTRUMENTO:	Estación total	HORA DE REVISIÓN:	1:00 OCTUBRE DE 2024
MARCA:	HUTARGET	SUGERIDOS NUEVA REVISIÓN:	3 DE ABRIL DE 2025
REFERENCIA:	iS-340	CLIENTE:	DIEGO ALEJANDRO ARTEAGA HERRERA
SERIAL:	2130901	CC:	1040267420

CONDICIONES PRESENTES EN EL LABORATORIO EN EL PROCESO DE AJUSTE

TEMPERATURA AMBIENTE MINIMA: 23°C
HUMEDAD RELATIVA MINIMA: 69%
PRESIÓN ATMOSFERICA: 760 mmHg

TEMPERATURA MAXIMA: 25°C
HUMEDAD RELATIVA MAXIMA: 69%

INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE MEDIDA ANGULAR, COLIMADOR DE CUATRO TUBOS
MODELO S/N: 17-0663

COMPENSADOR OPTICOMECANICO
COMPENSADOR ELECTRONICO
AJUSTE Y VERIFICACIÓN

AJUSTE Y VERIFICACIÓN GENERAL DE FUNCIONES

ACEPTABLE

INSPECCIÓN EDM SOBRE LÍNEA BASE 17.000 m
(DISTANCIOMETRO) CONDICIONES: TEMPERATURA 25°C, PRESIÓN ATMOSFERICA 760mmHg,
CONSTANTE DEL PRISMA -30

PRISMAS
MEDIDA DISTANCIA
CONSTANTE DEL PRISMA
CONSTANTE PPM

AJUSTE Y VERIFICACIÓN GENERAL DE FUNCIONES

ACEPTABLE

CONTROLES Y VISUALIZACIÓN ELECTRÓNICA

TECLADO
DESPLAZ
ACCESO MEMORIA
BATERÍA
COMUNICACIÓN DISPOSITIVO EXTERNO

AJUSTE Y VERIFICACIÓN GENERAL DE FUNCIONES

ACEPTABLE

JM EQUIPOS, CERTIFICA QUE EL INSTRUMENTO SE ENTREGA EN OPTIMAS CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO REALIZANDO EL AJUSTE Y/O REPARACION (SEGUN PROTOCOLO DE NORMA ISO 9001:2015 Y BASADOS EN PROCEDIMIENTOS DE NORMA ISO 17025-3) Y QUE LOS ERRORES ENCONTRADOS AL INGRESO DEL EQUIPO, HAN SIDO CORREGIDOS DE ACUERDO CON LOS PARAMENTROS DE TOLERANCIA ESTABLECIDOS POR EL FABRICANTE.

TÉCNICO JM EQUIPOS

CERTIFICADO POR:

SUPERVISOR DE LABORATORIO FIRMA:_____

Este certificado no es valido sin el sombrete de aceptación, no puede ser reproducido parcialmente, excepto en su totalidad, sin autorización previa por escrito del servicio técnico de JM EQUIPOS.

Verifique la validez de este certificado en
www.jmequipos.com/consultar_certificados.php

Revise de nuestra página web www.jmequipos.com en la tienda virtual tenemos los productos con los mejores precios para usted.

República de Colombia
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE TOPOGRAFÍA
Ley 70 / 79

CERTIFICADO DE VIGENCIA No: 538827/2025

EL DIRECTOR EJECUTIVO DEL CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE TOPOGRAFÍA

HACE CONSTAR

Que el(la) Señor(a) **SEBASTIAN RAMIREZ RINCON** , identificado(a) con cédula de ciudadanía **No. 1097391945** , se encuentra inscrito(a) en el Registro Único de Topógrafos RUTOPO del CPNT como **TECNÓLOGO EN TOPOGRAFÍA** de la Institución de Educación Superior **SENA** , bajo la Licencia Profesional **No. 01-16746** con fecha de expedición del **27 de Octubre de 2016.**

Que el(la) Señor(a) **SEBASTIAN RAMIREZ RINCON**, tiene vigente su Licencia Profesional No. **01-16746** y a la fecha **NO REGISTRA ANTECEDENTES DISCIPLINARIOS** , que lo (la) inhabilite en el ejercicio de su profesión.

Dada en Bogotá, D.C. a los **14 días del mes de Abril de 2025.**

LUIS ALEJANDRO ZAFRA JARAMILLO
Director Ejecutivo

***Firma del profesional**

*La firma del profesional es requerida para validación de terceros en su participación en procesos contractuales. La falta de la firma del profesional CPNT invalida el certificado.

Nota 1: El número consultado fue suministrado por el profesional para consultar sus datos.
Nota 2: La validez del documento se puede verificar en la página web www.cpnt.gov.co en el menú de consulta de Topógrafos.
Nota 3: Este certificado digital tiene plena validez de conformidad con lo establecido en el Art. 7 de la Ley 527 de 1999, decreto 2150 de 2000 y Art. 6 Parágrafo 1 de la Ley 962 de 2005.

República de Colombia

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE TOPOGRAFIA

Nombre: SEBASTIAN RAMIREZ RINCON

Cédula: 1.097.391.945

Licencia Profesional No: 01-16746

Resolución: 02-6747 - 27/10/2016

TECNÓLOGO EN TOPOGRAFÍA
SENA



Vicepresidente

Powered by CamScanner

CARTERA DE COORDENADAS

NOMBRE DEL PROYECTO: "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCION DE PAVIEMNTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL"	
UBICACIÓN: MUNICIPIO DE EL PEÑOL	FECHA: 11/04/2025

PUNTOS	COORDENADA NORTE	COORDENADA ESTE	COTA	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
1	2246081.045	4751585.734	1968.606	VIA	
2	2246084.587	4751588.397	1968.496	VIA	
3	2246089.628	4751591.88	1968.392	VIA	
4	2246094.608	4751594.325	1968.291	VIA	
5	2246095.369	4751594.742	1968.291	VIA	
6	2246091.899	4751599.212	1968.281	VIA	
7	2246092.695	4751599.822	1968.244	VIA	
8	2246092.586	4751600.019	1968.214	VIA	
9	2246092.582	4751600.079	1968.311	Anden D	
10	2246089.645	4751598.01	1968.418	Anden D	
11	2246089.34	4751597.967	1968.38	Anden D	
12	2246088.484	4751598.856	1968.411	Anden D	
13	2246087.766	4751598.572	1968.371	VIA	
14	2246086.383	4751599.54	1968.257	VIA	
15	2246085.578	4751598.322	1968.263	VIA	
16	2246085.221	4751597.434	1968.292	VIA	
17	2246084.121	4751597.096	1968.252	VIA	
18	2246083.351	4751595.931	1968.317	VIA	
19	2246082.287	4751595.027	1968.428	VIA	
20	2246082.147	4751595.11	1968.731	BORDILLO	
21	2246082.07	4751595.052	1968.74	BORDILLO	
22	2246082.978	4751593.79	1968.758	BORDILLO	
23	2246083.141	4751593.745	1968.764	BORDILLO	
24	2246082.932	4751593.762	1968.746	Anden D	
25	2246082.106	4751594.899	1968.729	Anden D	
26	2246086.707	4751590.823	1968.458	PC01	
27	2246090.167	4751592.041	1968.417	MH	
28	2246102.584	4751559.98	1968.51	VIA	
29	2246105.806	4751554.967	1968.419	VIA	
30	2246105.764	4751554.913	1968.622	Anden D	
31	2246106.584	4751554.019	1968.592	Anden D	
32	2246113.392	4751558.591	1968.392	Anden D	
33	2246112.895	4751559.669	1968.419	Anden D	

34	2246112.902	4751559.701	1968.226	VIA	
35	2246111.526	4751561.761	1968.228	MH	
36	2246109.745	4751564.809	1968.288	VIA	
37	2246112.061	4751566.344	1968.259	VIA	
38	2246115.633	4751561.513	1968.156	VIA	
39	2246103.331	4751560.689	1968.46	VIA	
40	2246103.316	4751560.74	1968.649	BORDILLO	
41	2246103.236	4751560.818	1968.7	BORDILLO	
42	2246101.913	4751559.546	1968.669	BORDILLO	
43	2246101.962	4751559.639	1968.669	BORDILLO	
44	2246103.899	4751562.701	1968.658	BORDILLO	
45	2246103.874	4751562.626	1968.645	BORDILLO	
46	2246103.729	4751562.65	1968.672	BORDILLO	
47	2246099.208	4751564.533	1968.897	BORDILLO	
48	2246099.051	4751564.463	1968.877	BORDILLO	
49	2246100.044	4751566.744	1968.899	BORDILLO	
50	2246099.879	4751566.652	1968.905	BORDILLO	
51	2246100.065	4751566.752	1968.786	VIA	
52	2246099.139	4751567.091	1968.783	VIA	
53	2246099.057	4751567.072	1968.924	BORDILLO	
54	2246098.922	4751567.022	1968.947	BORDILLO	
55	2246099.847	4751569.486	1968.873	BORDILLO	
56	2246099.698	4751569.38	1968.882	BORDILLO	
57	2246099.882	4751569.487	1968.754	VIA	
58	2246096.757	4751570.622	1968.789	VIA	
59	2246096.693	4751570.582	1968.91	BORDILLO	
60	2246096.562	4751570.509	1968.92	BORDILLO	
61	2246097.444	4751572.985	1968.876	BORDILLO	
62	2246097.287	4751572.909	1968.887	BORDILLO	
63	2246097.466	4751572.996	1968.773	VIA	
64	2246094.689	4751573.881	1968.807	VIA	
65	2246094.64	4751573.869	1968.896	BORDILLO	
66	2246094.509	4751573.922	1968.899	BORDILLO	
67	2246095.243	4751575.564	1968.896	BORDILLO	
68	2246095.066	4751575.496	1968.9	BORDILLO	
69	2246095.293	4751575.581	1968.748	VIA	
70	2246093.79	4751574.873	1968.931	PARAMENTO	
71	2246091.274	4751576.913	1968.862	BORDILLO	
72	2246091.138	4751576.847	1968.894	BORDILLO	
73	2246091.338	4751576.971	1968.796	VIA	
74	2246091.821	4751578.434	1968.821	VIA	
75	2246091.779	4751578.412	1968.903	BORDILLO	
76	2246091.635	4751578.345	1968.896	BORDILLO	
77	2246088.371	4751576.75	1968.926	PARAMENTO	
78	2246085.998	4751577.569	1968.945	PARAMENTO	
79	2246080.54	4751579.451	1968.937	PARAMENTO	

80	2246082.256	4751581.356	1968.895	BORDILLO	
81	2246082.308	4751581.488	1968.892	BORDILLO	
82	2246084.589	4751580.757	1968.857	BORDILLO	
83	2246084.671	4751580.613	1968.856	BORDILLO	
84	2246085.753	4751583.898	1968.898	BORDILLO	
85	2246087.532	4751581.589	1968.91	BORDILLO	
86	2246087.405	4751581.522	1968.906	BORDILLO	
87	2246087.583	4751581.609	1968.859	VIA	
88	2246085.637	4751584.1	1968.744	VIA	
89	2246093.624	4751589.113	1968.436	VIA	
90	2246096.571	4751583.582	1968.565	VIA	
91	2246099.622	4751576.7	1968.716	VIA	
92	2246103.496	4751570.482	1968.637	VIA	
93	2246107.13	4751565.692	1968.399	VIA	
94	2246109.626	4751564.757	1968.269	VIA	
95	2246108.045	4751565.926	1968.433	PARAMENTO	
96	2246100.121	4751577.236	1968.834	PARAMENTO	
97	2246104.805	4751580.75	1968.732	PARAMENTO	
98	2246097.443	4751591.58	1968.545	PARAMENTO	
99	2246095.069	4751591.878	1968.79	POSTE	
100	2246082.892	4751595.702	1968.459	CERCO	
101	2246083.4	4751596.383	1968.294	VIA	
102	2246086.52	4751600.625	1968.27	VIA	
103	2246083.13	4751606.377	1968.112	VIA	
104	2246080.954	4751611.165	1968.053	VIA	
105	2246081.053	4751611.368	1968.115	POSTE	
106	2246075.338	4751605.967	1968.012	CERCO	
107	2246075.994	4751606.242	1968.005	VIA	
108	2246066.76	4751618.835	1967.829	CERCO	
109	2246067.685	4751619.482	1967.682	VIA	
110	2246073.474	4751623.784	1967.446	VIA	
111	2246074.79	4751624.686	1967.299	VIA	
112	2246075.25	4751624.898	1967.255	VIA	
113	2246072.083	4751628.754	1967.323	VIA	
114	2246072.723	4751628.835	1967.296	VIA	
115	2246075.512	4751623.205	1967.971	PARAMENTO	
116	2246071.089	4751623.074	1966.629	MH	
117	2246069.415	4751622.337	1967.602	MH	
118	2246060.575	4751635.927	1967.015	CAJA E	
119	2246059.564	4751635.23	1967.002	CAJA E	
120	2246058.81	4751636.354	1967.002	CAJA E	
121	2246059.878	4751637.033	1967.019	CAJA E	
122	2246059.856	4751636.793	1967.042	CAJA I	
123	2246060.36	4751636	1967.036	CAJA I	
124	2246059.574	4751635.48	1967.021	CAJA I	
125	2246059.068	4751636.271	1967.019	CAJA I	

126	2246057.916	4751634.097	1966.926	SUMIDERO	
127	2246057.752	4751633.621	1966.922	SUMIDERO	
128	2246056.983	4751633.889	1966.913	SUMIDERO	
129	2246057.147	4751634.336	1966.95	SUMIDERO	
130	2246054.261	4751640.754	1966.809	VIA	
131	2246050.302	4751640.409	1966.872	VIA	
132	2246046.561	4751640.592	1966.849	VIA	
133	2246056.15	4751645.355	1966.543	VIA	
134	2246058.214	4751649.532	1965.963	VIA	
135	2246058.135	4751645.944	1966.361	VIA	
136	2246061.459	4751643.175	1966.697	VIA	
137	2246056.322	4751636.65	1966.863	VIA	
138	2246053.452	4751637.568	1966.855	VIA	
139	2246054.403	4751637.076	1967.127	CERCO	
140	2246051.134	4751637.77	1966.983	MH	
141	2246041.541	4751631.366	1967.262	VIA	
142	2246038.386	4751634.331	1967.298	VIA	
143	2246027.473	4751627.611	1967.912	VIA	
144	2246029.443	4751623.388	1967.939	VIA	
145	2246031.631	4751623.446	1968.405	CERCO	
146	2246031.972	4751621.741	1968.752	PARAMENTO	
147	2246024.247	4751616.529	1968.766	PARAMENTO	
148	2246025.596	4751618.624	1968.673	LOZA CONCRETO	
149	2246025.097	4751619.391	1968.505	LOZA CONCRETO	
150	2246021.141	4751616.846	1968.612	LOZA CONCRETO	
151	2246021.669	4751616.155	1968.818	LOZA CONCRETO	
152	2246022.329	4751615.195	1968.87	PARAMENTO	
153	2246024.467	4751619.634	1968.516	MH	
154	2246024.922	4751620.145	1968.277	VIA	
155	2246021.234	4751623.89	1968.193	VIA	
156	2246014.036	4751617.862	1968.802	VIA	
157	2246013.706	4751617.406	1968.832	VIA	
158	2246013.704	4751617.405	1968.834	VIA	
159	2246008.258	4751619.078	1968.751	VIA	
160	2246008.304	4751618.407	1968.77	VIA	
161	2246007.461	4751619.804	1968.861	VIA	
162	2246006.843	4751619.463	1968.942	POSTE	
163	2246005.715	4751613.418	1968.975	VIA	
164	2246007.926	4751616.732	1968.821	MH	
165	2246012.192	4751617.326	1968.887	MH	
166	2246014.744	4751610.021	1968.866	PARAMENTO	
167	2246013.493	4751611.021	1969.099	SUMIDERO	
168	2246013.33	4751610.351	1969.129	SUMIDERO	
169	2246013.741	4751610.267	1969.115	SUMIDERO	
170	2246013.921	4751610.915	1969.078	SUMIDERO	
171	2246012.627	4751610.041	1969.045	VIA	

172	2246006.694	4751609.338	1969.473	VIA	
173	2246007.704	4751610.133	1969.463	VALVULA	
174	2246005.324	4751610.652	1969.691	HIDRANTE	
175	2246012.157	4751605.567	1969.393	VIA	
176	2246010.945	4751599.222	1969.929	VIA	
177	2246003.988	4751600.379	1970.297	VIA	
178	2246006.976	4751600.561	1970.148	CAJA I	
179	2246007.287	4751602.038	1970.107	CAJA I	
180	2246006.477	4751602.207	1970.115	CAJA I	
181	2246006.194	4751600.742	1970.248	CAJA I	
182	2246005.805	4751600.483	1970.253	CAJA E	
183	2246007.254	4751600.209	1970.179	CAJA E	
184	2246007.62	4751602.261	1970.059	CAJA E	
185	2246006.228	4751602.617	1970.056	CAJA E	
186	2246004.76	4751608.502	1970.072	PARAMENTO	
187	2246004.52	4751609.74	1970.254	PARAMENTO	
188	2246003.848	4751605.048	1970.296	PARAMENTO	
189	2246016.896	4751592.658	1970.208	VIA	
190	2246021.054	4751595.396	1969.899	VIA	
191	2246020.95	4751595.573	1970.134	BORDILLO	
192	2246020.899	4751595.633	1970.152	BORDILLO	
193	2246020.88	4751595.659	1969.962	BORDILLO	
194	2246017.012	4751592.923	1970.253	BORDILLO	
195	2246016.968	4751592.875	1970.389	BORDILLO	
196	2246016.961	4751592.747	1970.421	BORDILLO	
197	2246011.282	4751599.263	1970.106	BORDILLO	
198	2246011.241	4751599.251	1970.327	BORDILLO	
199	2246011.162	4751599.244	1970.328	BORDILLO	
200	2246012.571	4751606.596	1969.813	BORDILLO	
201	2246012.649	4751606.59	1969.811	BORDILLO	
202	2246012.67	4751606.546	1969.601	BORDILLO	
203	2246022.715	4751598.253	1968.89	PARAMENTO	
204	2246020.096	4751587.531	1969.999	VIA	
205	2246020.078	4751587.481	1970.034	BORDILLO	
206	2246020.171	4751587.391	1970.043	BORDILLO	
207	2246020.755	4751587.199	1969.848	BORDILLO	
208	2246022.156	4751586.935	1969.881	PARAMENTO	
209	2246026.895	4751590.188	1969.942	PARAMENTO	
210	2246026.244	4751591.145	1969.679	VIA	
211	2246026.38	4751590.921	1969.873	Anden D	
212	2246020.73	4751587.218	1969.916	Anden D	
213	2246026.598	4751578.691	1969.888	Anden D	
214	2246027.347	4751579.205	1970	PARAMENTO	
215	2246014.618	4751583.828	1970.788	VIA	
216	2246014.677	4751583.757	1971.045	BORDILLO	
217	2246014.744	4751583.673	1971.02	BORDILLO	

218	2246012.134	4751585.569	1970.894	MH	
219	2246005.477	4751577.272	1971.804	VIA	
220	2246005.519	4751577.284	1971.838	BORDILLO	
221	2246005.595	4751577.213	1971.854	BORDILLO	
222	2246006.724	4751576.374	1971.851	BORDILLO	
223	2246006.794	4751576.304	1971.859	BORDILLO	
224	2245999.109	4751578.809	1972.072	VIA	
225	2245997.848	4751580.759	1972.106	PARAMENTO	
226	2245995.485	4751570.817	1973.29	PARAMENTO	
227	2245995.348	4751570.842	1973.183	LOZA CONCRETO	
228	2245996.443	4751570.573	1972.873	LOZA CONCRETO	
229	2245996.519	4751569.458	1972.741	LOZA CONCRETO	
230	2245996.506	4751569.272	1972.732	E-4	
231	2245996.765	4751568.315	1972.616	LOZA CONCRETO	
232	2245995.556	4751565.119	1972.74	LOZA CONCRETO	
233	2245993.779	4751562.145	1972.87	LOZA CONCRETO	
234	2245992.939	4751558.802	1972.787	LOZA CONCRETO	
235	2245992.811	4751558.684	1972.866	VIA	
236	2245994.455	4751556.676	1972.859	VIA	
237	2245998.325	4751555.203	1972.591	VIA	
238	2246001.8	4751554.193	1972.339	VIA	
239	2246004.692	4751553.06	1972.172	VIA	
240	2246002.226	4751556.094	1972.303	VIA	
241	2246004.01	4751555.542	1972.197	VIA	
242	2246004.121	4751555.666	1972.201	BORDILLO	
243	2246004.13	4751555.711	1972.174	BORDILLO	
244	2246001.471	4751556.632	1972.417	BORDILLO	
245	2246001.441	4751556.535	1972.406	BORDILLO	
246	2246001.401	4751556.562	1972.358	VIA	
247	2245999.989	4751557.461	1972.458	VIA	
248	2245999.548	4751558.547	1972.409	VIA	
249	2245999.785	4751558.513	1972.407	BORDILLO	
250	2245999.741	4751558.473	1972.387	BORDILLO	
251	2246001.728	4751565.881	1972.609	BORDILLO	
252	2246001.933	4751565.892	1972.561	BORDILLO	
253	2246001.619	4751565.963	1972.584	VIA	
254	2245997.108	4751567.522	1972.542	VIA	
255	2245993.753	4751561.417	1972.807	VIA	
256	2246021.605	4751550.319	1971.036	BASE5	
257	2246022.581	4751549.49	1970.905	PC2	
258	2246120.318	4751549.652	1964.802	SE AL 30	
259	2246116.952	4751554.647	1964.954	SE AL 30	
260	2246224.177	4751575.728	1961.409	PARQUEO	
261	2246219.912	4751581.905	1961.284	SE AL 30	
262	2246213.616	4751577.59	1961.25	SE AL 30	
263	2246203.314	4751592.254	1960.974	PARQUEO	

264	2246209.39	4751596.752	1960.956	PARQUEO	
265	2246191.911	4751608.403	1960.622	SE AL	
266	2246191.497	4751622.162	1960.334	SE AL	
267	2246185.044	4751631.318	1959.965	SE AL 30	
268	2246170.187	4751639.584	1959.029	SE AL	
269	2246158.071	4751657.415	1958.13	SE AL 30	
270	2246147.638	4751672.152	1957.01	SE AL 30	
271	2246129.662	4751697.715	1955.747	SE AL	
272	2246135.347	4751701.927	1955.689	SE AL	
273	2246117.671	4751726.764	1953.658	SE AL	
274	2246153.536	4751676.368	1956.967	SE AL	
275	2246165.992	4751659.318	1957.753	SE AL	
276	2246096.673	4751591.814	1968.335	PARAMENTO	
277	2246097.178	4751595.026	1968.344	Anden D	
278	2246094.783	4751594.349	1968.212	SUMIDERO	
279	2246094.086	4751593.89	1968.222	SUMIDERO	
280	2246094.383	4751593.455	1968.243	SUMIDERO	
281	2246095.059	4751593.935	1968.226	SUMIDERO	
282	2246094.124	4751597.686	1968.208	MH	
283	2246091.561	4751598.745	1968.205	SUMIDERO	
284	2246091.222	4751599.153	1968.206	SUMIDERO	
285	2246090.561	4751598.656	1968.206	SUMIDERO	
286	2246090.896	4751598.235	1968.203	SUMIDERO	
287	2246089.692	4751598.18	1968.289	Anden D	
288	2246091.659	4751599.559	1968.222	Anden D	
289	2246090.354	4751602.179	1968.09	PARAMENTO	
290	2246091.38	4751599.314	1968.202	VIA	
291	2246091.72	4751598.735	1968.21	VIA	
292	2246091.234	4751598.273	1968.185	VIA	
293	2246102.801	4751609.255	1967.381	POSTE	
294	2246118.906	4751622.535	1966.085	PARAMENTO	
295	2246120.696	4751619.827	1965.589	SUMIDERO	
296	2246121.001	4751619.366	1965.607	SUMIDERO	
297	2246121.684	4751619.837	1965.525	SUMIDERO	
298	2246121.392	4751620.285	1965.539	SUMIDERO	
299	2246125.845	4751625.21	1964.972	POSTE	
300	2246126.712	4751624.025	1964.859	VIA	
301	2246126.669	4751624.082	1964.99	Anden D	
302	2246143.93	4751635.996	1962.042	Anden D	
303	2246143.936	4751635.932	1961.963	VIA	
304	2246142.921	4751637.278	1962.09	POSTE	
305	2246141.057	4751638.135	1962.322	PARAMENTO	
306	2246161.113	4751650.084	1959.132	POSTE	
307	2246159.493	4751650.223	1959.259	PARAMENTO	
308	2246161.185	4751648.094	1958.695	Anden D	
309	2246162.704	4751649.26	1958.407	Anden D	

310	2246163.233	4751650.424	1958.299	Anden D	
311	2246163.266	4751650.417	1958.152	VIA	
312	2246168.005	4751643.709	1958.591	VIA	
313	2246167.811	4751643.643	1958.556	SUMIDERO	
314	2246167.851	4751644.176	1958.563	SUMIDERO	
315	2246167.099	4751644.305	1958.537	SUMIDERO	
316	2246167.017	4751643.769	1958.592	SUMIDERO	
317	2246168.019	4751643.67	1958.763	Anden D	
318	2246166.722	4751643.493	1958.694	Anden D	
319	2246165.497	4751642.681	1959.274	Anden D	
320	2246166.763	4751639.954	1960.134	PARAMENTO	
321	2246160.133	4751637.06	1960.448	POSTE	
322	2246147.56	4751630.081	1962.335	Anden D	
323	2246147.522	4751630.119	1962.043	VIA	
324	2246137.047	4751621.062	1964.273	POSTE	
325	2246134.723	4751617.61	1965.144	PARAMENTO	
326	2246125.024	4751614.535	1965.684	SUMIDERO	
327	2246124.341	4751614.024	1965.711	SUMIDERO	
328	2246124.041	4751614.472	1965.707	SUMIDERO	
329	2246124.71	4751614.941	1965.661	SUMIDERO	
330	2246108.504	4751601.165	1967.504	POSTE	
331	2246109.211	4751599.888	1968.171	PARAMENTO	
332	2246101.04	4751597.821	1967.859	VIA	
333	2246101.011	4751597.735	1968.048	Anden D	
334	2246095.203	4751593.951	1968.195	VIA	
335	2246094.814	4751594.513	1968.178	VIA	
336	2246093.933	4751593.937	1968.204	VIA	
337	2246093.365	4751593.637	1968.222	VIA	
338	2246091.756	4751593.064	1968.233	VIA	
339	2246090.327	4751592.336	1968.326	MH	
340	2246093.946	4751597.441	1968.182	GCP01	
341	2246123.606	4751618.174	1965.519	GCP02	
342	2246168.156	4751649.021	1958.273	GCP03	
343	2246225.344	4751567.083	1961.28	GCP04	
344	2246227.994	4751569.685	1961.193	ASFALTO	
345	2246229.576	4751567.523	1961.296	ASFALTO	
346	2246232.094	4751564.977	1961.498	ASFALTO	
347	2246235.077	4751561.157	1961.545	ASFALTO	
348	2246235.077	4751560.241	1961.631	PARAMENTO	
349	2246238.563	4751563.519	1961.771	PARAMENTO	
350	2246240.793	4751565.964	1961.761	PARAMENTO	
351	2246242.875	4751568.459	1961.84	PARAMENTO	
352	2246244.283	4751570.512	1961.906	PARAMENTO	
353	2246246.44	4751573.171	1961.997	PARAMENTO	
354	2246248.133	4751575.286	1961.974	PARAMENTO	
355	2246249.094	4751576.194	1961.999	PARAMENTO	

356	2246252.629	4751580.979	1962.199	PARAMENTO	
357	2246252.749	4751581.268	1962.216	PARAMENTO	
358	2246252.431	4751581.527	1962.202	PARAMENTO	
359	2246252.262	4751581.861	1962.217	PARAMENTO	
360	2246252.405	4751582.408	1962.21	PARAMENTO	
361	2246253.591	4751584.051	1962.199	PARAMENTO	
362	2246254.665	4751585.071	1962.349	PARAMENTO	
363	2246255.766	4751585.484	1962.913	ARBOL	
364	2246257.109	4751585.751	1962.7	PARAMENTO	
365	2246258.483	4751585.503	1962.686	PARAMENTO	
366	2246260.392	4751584.818	1962.795	PARAMENTO	
367	2246259.885	4751592.129	1962.84	POSTE	
373	2246255.419	4751595.503	1962.755	BORDILLO	
374	2246256.215	4751594.69	1962.826	BORDILLO	
375	2246257.171	4751594.093	1962.837	BORDILLO	
376	2246258.261	4751593.117	1962.694	BORDILLO	
377	2246258.791	4751592.417	1962.599	PLACA	
378	2246257.696	4751591.552	1962.484	PLACA	
379	2246256.412	4751593.203	1962.564	PLACA	
380	2246257.221	4751594.012	1962.562	PLACA	
381	2246255.612	4751594.377	1962.533	PLACA	
382	2246255.915	4751594.804	1962.531	PLACA	
383	2246254.817	4751595.677	1962.526	PLACA	
384	2246255.164	4751595.925	1962.518	PLACA	
385	2246254.959	4751589.681	1962.327	MH	
386	2246255.043	4751587.373	1962.391	MH	
387	2246255.491	4751617.458	1963.318	POSTE	
388	2246254.994	4751617.836	1963.169	BV	
389	2246251.053	4751618.167	1963.315	BV	
390	2246250.064	4751618.209	1963.248	PARAMENTO	
391	2246249.656	4751613.839	1963.006	PARAMENTO	
392	2246250.196	4751613.856	1963.017	TN	
393	2246250.306	4751615.43	1963.211	TN	
394	2246250.155	4751612.752	1962.988	ESPALDAR	
395	2246250.191	4751612.735	1962.873	CUNETA	
396	2246250.651	4751612.625	1963.096	BV	
397	2246252.767	4751612.432	1962.978	EJEVIA	
398	2246255.015	4751612.285	1962.916	BV	
399	2246258.076	4751612.032	1963.17	TN	
400	2246259.035	4751616.365	1963.37	TN	
401	2246253.103	4751617.626	1963.17	EJEVIA	
402	2246257.662	4751606.126	1963.096	TN	
403	2246254.642	4751606.944	1962.817	BV	
404	2246252.337	4751607.18	1962.928	EJEVIA	
405	2246250.249	4751607.346	1962.846	BV	
406	2246249.736	4751607.414	1962.638	CUNETA	

407	2246249.683	4751607.403	1962.788	ESPALDAR	
408	2246249.197	4751607.415	1962.794	PARAMENTO	
409	2246248.604	4751602.384	1962.718	PARAMENTO	
410	2246249.158	4751602.377	1962.501	ESPALDAR	
411	2246249.211	4751602.359	1962.359	CUNETA	
412	2246249.71	4751602.359	1962.552	BV	
413	2246252.02	4751602.2	1962.711	EJEVIA	
414	2246254.178	4751602.001	1962.731	BV	
415	2246255.836	4751600.986	1962.934	PARAMENTO	
416	2246256.921	4751598.146	1962.872	PARAMENTO	
417	2246260.568	4751602.81	1963.532	PARAMENTO	
418	2246263.714	4751600.613	1964.446	PARAMENTO	
419	2246256.264	4751594.641	1962.755	PARAMENTO	
420	2246256.743	4751595.521	1962.768	PARAMENTO	
421	2246258.307	4751596.006	1962.941	PARAMENTO	
422	2246257.824	4751594.908	1962.857	PARAMENTO	
423	2246257.335	4751594.003	1962.787	PARAMENTO	
424	2246261.341	4751591.896	1963.159	PARAMENTO	
425	2246261.371	4751591.685	1963.09	PARAMENTO	
426	2246261.445	4751587.046	1962.597	EJEVIA	
427	2246257.905	4751588.638	1962.436	EJEVIA	
428	2246255.462	4751589.243	1962.357	EJEVIA	
429	2246247.96	4751597.214	1963.078	PARAMENTO	
430	2246248.458	4751600.515	1962.864	PARAMENTO	
431	2246248.742	4751597.777	1962.311	ESPALDAR	
432	2246248.796	4751597.764	1962.171	CUNETA	
433	2246249.328	4751597.666	1962.391	BV	
434	2246251.62	4751597.234	1962.526	EJEVIA	
435	2246254.373	4751596.768	1962.424	BV	
436	2246250.803	4751591.744	1962.334	EJEVIA	
437	2246248.366	4751592.255	1962.203	BV	
438	2246247.89	4751592.36	1961.993	CUNETA	
439	2246247.856	4751592.388	1962.146	ESPALDAR	
440	2246247.521	4751592.397	1962.157	PARAMENTO	
441	2246246.494	4751588.807	1962.003	PARAMENTO	
442	2246246.792	4751588.772	1962.042	ESPALDAR	
443	2246246.873	4751588.782	1961.917	CUNETA	
444	2246247.49	4751588.546	1962.128	BV	
445	2246249.776	4751587.49	1962.164	EJEVIA	
448	2246253.854	4751585.443	1962.285	BV	
449	2246250.949	4751581.647	1962.123	BV	
450	2246248.353	4751582.912	1962.059	EJEVIA	
451	2246245.695	4751584.143	1961.878	BV	
452	2246245.208	4751584.448	1961.708	CUNETA	
453	2246244.848	4751584.57	1961.851	PARAMENTO	
454	2246243.366	4751580.88	1961.626	PARAMENTO	

455	2246243.283	4751580.871	1961.655	AND N	
456	2246242.66	4751580.6	1961.617	AND N	
457	2246242.153	4751580.563	1961.594	AND N	
458	2246241.656	4751580.745	1961.545	AND N	
459	2246240.934	4751581.509	1961.424	AND N	
460	2246244.661	4751581.973	1961.697	SUMIDERO	
461	2246244.216	4751582.144	1961.626	SUMIDERO	
462	2246243.817	4751581.442	1961.629	SUMIDERO	
463	2246244.325	4751581.21	1961.711	SUMIDERO	
464	2246244.262	4751580.58	1961.735	BV	
465	2246246.491	4751578.564	1961.904	EJEVIA	
466	2246248.712	4751576.685	1961.945	BV	
467	2246244.713	4751572.057	1961.86	BV	
468	2246242.736	4751573.964	1961.806	EJEVIA	
469	2246240.6	4751575.741	1961.699	BV	
470	2246237.017	4751571.442	1961.622	BV	
471	2246238.446	4751568.849	1961.704	EJEVIA	
472	2246240.671	4751566.835	1961.675	BV	
473	2246237.416	4751563.366	1961.612	BV	
474	2246235.238	4751565.664	1961.538	EJEVIA	
475	2246233.12	4751568.102	1961.39	BV	
476	2246233.422	4751573.974	1961.3	ASFALTO	
477	2246237.206	4751577.573	1961.477	ASFALTO	
478	2246240.914	4751581.382	1961.344	ASFALTO	
479	2246234.554	4751560.538	1961.822	ASFALTO	
480	2246230.162	4751556.876	1961.817	ASFALTO	
481	2246227.012	4751554.27	1961.804	ASFALTO	
482	2246228.17	4751554.723	1961.805	POSTE	
483	2246227.803	4751570.057	1961.341	CORD N	
484	2246224.785	4751574.364	1961.351	CORD N	
485	2246222.056	4751578.353	1961.248	CORD N	
486	2246232.119	4751565.995	1961.524	MH	
487	2246233.365	4751562.535	1961.543	MH	
488	2246255.239	4751584.41	1962.736	PARAMENTO	
489	2246252.964	4751581.405	1962.631	PARAMENTO	
10000	2246081.276	4751584.863	1970.67	BASE1GPS1	
10001	2246081.276	4751584.863	1970.67	BASE2 GPS1	
22838	2246081.276	4751584.863	1970.67	BD*	
22842	2246253.382	4751622.117	1963.28	BD*	
22843	2246251.162	4751622.117	1963.43	BD*	
22844	2246255.467	4751622.299	1963.43	BD*	
22845	2246255.467	4751627.083	1963.5	BD*	
22846	2246253.228	4751627.045	1963.33	BD*	
22847	2246251.135	4751627.224	1963.5	BD*	
22848	2246223.693	4751558.675	1961.8	BD*	
22849	2246226.467	4751562.952	1961.4	BD*	

22850	2246223.891	4751563.129	1961.4	BD*	

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

Yo, **SEBASTIAN RAMIREZ RINCON,** Tecnólogo en Topografia con Licencia Profesional No. **01-16476**, con experiencia certificada en el ejercicio profesional, debidamente registrado en el **CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE TOPOGRAFIA**, por medio del presente documento declaro que asumo toda responsabilidad del diseño de estudios Topográficos del proyecto:ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL, por los perjuicios que a causa de ellos puedan deducirse, siempre y cuando se cumplan las recomendaciones y especificaciones dadas.

Para constancia de lo anterior se firma en la ciudad de a los 14 días del mes de Abril del año 2025.

Atentamente,

Sebastián Ramirez Rincón
CC.1097391945
LP.01-15746

ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL

ESTUDIO DE SUELOS

2025

HOJA DE CONTROL DE DOCUMENTO			
Nombre del documento:	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL		
Código del documento:	DYCO-PEÑO-003-01-SUEL-INF-001		
Versión: V1		**Fecha de la versión:**	**11-04-2025**

ELABORACIÓN, REVISIÓN, VERIFICACIÓN Y APROBACIÓN			
Actividad	**Fecha**	**Nombre del ejecutor**	**Firma**
Elaboración	09/03/2025	Duvan Munevar	Duvan Munevar T.
Revisión	10/04/2025	Carlos Henao	
Aprobó	11/04/2025	Juan Camilo Ríos	

DISTRIBUCIÓN		
Persona a quien se envía	**Cargo**	**Organización**

CONTROL DE VERSIONES		
Versión	**Fecha**	**Naturaleza del cambio realizado con respecto a la versión anterior**

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN I

2. OBJETIVOS Y ALCANCE 2

2.1. OBJETIVO 2

2.2. ALCANCE 2

3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO 4

4. TRABAJOS DE CAMPO 6

5. EFECTOS SÍSMICOS LOCALES NSR-10 8

6. GEOLOGÍA REGIONAL 13

6.1. DEPÓSITOS ALUVIALES (Q2AL) 13

6.2. BATOLITO ANTIOQUEÑO (Q2TA Y Q2MG) 15

6.3. COMPLEJO EL RETIRO, ANFIBOLITAS DE MEDELLÍN (PRAM) 17

7. GEOMORFOLOGÍA REGIONAL 25

7.1. LOMERÍOS DISECTADOS (DLDI): 25

7.2. LOMERÍOS MUY DISECTADOS (DLMD): 26

7.3. LOMERÍOS POCO DISECTADOS (DLPD): 26

7.4. PLANICIE ALUVIAL CONFINADA (FPAC) 27

7.5. EMBALSES (AEMB) 27

8. DESCRIPCIÓN DEL SUBSUELO 29

8.1. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA 29

8.2. NIVEL FREÁTICO 30



8.3. HORIZONTE DE METEORIZACIÓN 31

8.4. PROGRAMA DE LABORATORIO 32

8.5. ÍNDICE DE PLASTICIDAD 36

8.6. ÍNDICE DE CONSISTENCIA 36

9. CONCLUSIONES 39

10. RECOMENDACIONES 41

10.1. EXCAVACIONES PARA MEJORAMIENTOS 41

10.2. COMPACTACIÓN DEL MATERIAL DE REEMPLAZO DE LA SUBRASANTE 41

10.3. MANEJO DE AGUAS SUBSUPERFICIALES 42

10.4. RELLENOS NO ESTRUCTURALES 42

10.4.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO 43

10.5. RELLENOS EN MUROS DE CONTENCIÓN Y SOBRE TALUDES TEMPORALES 44

10.5.1. GEOMETRÍA DE LOS RELLENOS 45

10.6. TERRAPLENES 45

10.7. MANEJO DE AGUAS 48

10.7.1. SUB-DRENES DE ZANJA 48

10.7.2. SUB-DREN EN MUROS DE CONTENCIÓN 48

10.7.3. DRENES PARA AGUAS SUPERFICIALES TIPO CUNETA 49

10.7.4. SUB-DRENES DE PENETRACIÓN 50

11. MANTENIMIENTO 51

11.1. DETERIORO EN JUNTAS 52

11.2. DETERIORO EN LOSAS 53

12. LIMITACIONES DEL ESTUDIO 54

12.1. GENERALES 54

12.2. CIMENTACIONES Y CONTENCIONES 54

13. BIBLIOGRAFÍA 56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Ubicación local zona de estudio 1

Figura 4-1. Ubicación general exploración en campo 7

Figura 5-1. Espectro elástico de aceleraciones de diseño como fracción de g. 9

Figura 5-2. Extracto literal A.2.5.1 titulo A norma NSR-10 11

Figura 5-3. Espectro elástico de aceleraciones de diseño como fracción de g. para el municipio de El Peñol. 12

Figura 6-1. Mapa geológico plancha 147, Medellin Oriental 13

Figura 7-1. Plancha 147, Mapa Geomorfológico Medellín Oriental 25

Figura 8-1. Sondeos exploratorios ejecutados. 30

Figura 8-2. Variación de la humedad natural y de los limites de consistencia con la profundidad. 35

Figura 8-3. Variación de la granulometria con la profundidad. 35

Figura 8-4. Ubicación del material fino granular analizado en la carta de Casagrande. 35

Figura 8-5. Variación del indice de plasticidad con la profundidad. 37

Figura 8-6. Variación del indice de consistencia con la profundidad. 38

Figura 10-1. Sistema de drenes por debajo del piso. 48

Figura 10-2. Esquema sub-dren trasdós muro de contención 49

Figura 10-3. Detalle de zanjas de la corona para el control de las aguas superficiales en un talud 49

Figura 10-4. Esquema sub-dren de penetración en talud de lleno 50



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1. Características de los sondeos ejecutados 7

Tabla 5-1. Clasificación de los perfiles de suelos 8

Tabla 5-2. Valores del Coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro 10

Tabla 5-3. Valores del coeficiente de importancia, I 11

Tabla 5-4. Valores de KST/a_{max} mínimos para análisis seudoestático de taludes. 12

Tabla 8-1. Clasificación de los suelos según el grado de meteorización. 31

Tabla 8-2. Relación de ensayos de laboratorio realizados 33

Tabla 8-3. Resumen de los ensayos de propiedades índice de los materiales 33

Tabla 8-4. Potencial de expansión basado en los límites de consistencia 36

Tabla 8-5. Índice de consistencia de los suelos 37

Tabla 8-6. Propiedades de expansión y consistencia de los materiales 37

Tabla 10-1. Requisito de los materiales para Terraplenes 43

Tabla 10-2. Requisito de los materiales para Terraplenes 47

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A Ensayos de laboratorio

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe contiene el estudio de suelos para el diseño de pavimento en pavimento flexible del proyecto ubicado en la Carrera 23C y vía del Parque Agro-Empresarial del municipio de El Peñol, en el departamento de Antioquia, dicho proyecto comprende aproximadamente 150 m de conexión vial (90 m y 60 m respectivamente) y se encuentra en el costado norte del casco urbano del municipio (ver Figura 1-1).



Figura 1-1. Ubicación local zona de estudio
Fuente: Google Earth, 2025.

El proyecto se desarrolló dentro del marco normativo del *Instituto Nacional de Vias (*INVIAS) y la AASHTO-93.

2. OBJETIVOS Y ALCANCE

2.1. OBJETIVO

Definir la estructura de pavimento del proyecto con base en:

i) Las características geomecánicas de la subrasante o de la estructura vial existente
ii) El número de repeticiones esperadas de ejes equivalentes.
iii) Las condiciones generales de la zona analizada.

Permitir identificar, analizar y evaluar mediante guías, ensayos y metodologías, los requerimientos necesarios para determinar los diseños para estructuras de pavimentos nuevos, como en este caso.

2.2. ALCANCE

- Identificar y caracterizar mediante técnicas de exploración y muestreo los materiales que conforman la subrasante en toda la longitud del proyecto.

- Realizar la exploración del subsuelo, según lo contenido en la norma INVIAS para diseño de pavimento flexible, NSR – 10 y CCP-14 o la normatividad vigente aplicable, cada sitio inestable o en las zonas que el geotecnista considere conveniente, las cuales deben alcanzar profundidades tales que permitan precisar la posición de superficies de falla, o espesores de las capas de suelos involucradas en los movimientos, los materiales presentes y posición de niveles de roca o suelos competente, la localización de los niveles freáticos y datos necesarios para el cálculo de la socavación, y determinar propiedades geo-mecánicas de los suelos que se utilizaran para el estudio geotécnico.

- Determinar y caracterizar mediante ensayos de laboratorio las propiedades físicas y mecánicas más importantes de los suelos representativos de la subrasante y homogenizar mediante los resultados de CBR, sectores para el diseño de la estructura del pavimento.

- Caracterizar geotécnicamente los materiales de obra, que componen la estructura de pavimento, en especial materiales de rodadura y de capas granulares, estabilizadas, según el caso.

- Definir los espesores y materiales más apropiados que pueden ser colocados de acuerdo con las condiciones del proyecto y que constituirán la estructura de pavimento; así como las zonas de extracción y sitios para disposición de materiales sobrantes de los materiales durante la construcción.

- Diseñar una estructura que sea cómoda, funcional, segura, económica y que cumpla técnicamente con la normativa vigente.

- Presentar recomendaciones técnicas, en especial en el proceso constructivo que contribuyan durante el proceso de obra para mitigar inadecuadas interpretaciones del diseño o inadecuadas prácticas de ingeniería que disminuyen la vida útil del pavimento.

3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

Para llevar a cabo este estudio, se ha planificado un riguroso proceso de análisis que comprende diversas etapas, cada una de las cuales es fundamental para obtener una caracterización precisa del terreno. Estas etapas incluyen:

- Visita al proyecto y sus alrededores por parte de los profesionales en geología y geotecnia para determinar rasgos geomorfológicos y características con el objetivo de establecer preliminarmente las particularidades del tramo estudiado.

- Recopilación de información secundaria, como la ubicación del proyecto dentro del mapa Geológico y Geomorfológico de la plancha 147 Medellín Oriental, del Servicio Geológico Colombiano, 1975.

- Ejecución de sondeos exploratorios manuales y toma de muestras alteradas para la caracterización visual del suelo y determinación de propiedades índices y clasificación (enmarcados en la norma ASTM D 1586-11). Alcanzando las profundidades bastas y suficientes para la caracterización físico – mecánica del subsuelo por debajo del nivel de rasante proyectado

- Estimación de la posición del nivel freático en la zona de influencia del desarrollo del proyecto.

- Desarrollo de programa de ensayos de laboratorio para la caracterización física y mecánica de los materiales recuperados.

- Ejecución de ensayos *in* situ, como el ensayo PDC (penetrómetro dinámico de cono) para estimar la resistencia al corte de los materiales que conforman la subrasante y determinar su idoneidad para ejercer como base o subbase.

- Estimación de la capacidad de carga de la subrasante mediante el ensayo del California Bearing Ratio (CBR), ejecutado sobre muestras representativas recuperadas cada 250 m a lo largo del tramo diseñado o, en su defecto, estimar este parámetro con base en los resultados del ensayo PDC.

- En caso de que los resultados del ensayo CBR no sean satisfactorios, es decir, si los valores del CBR se encontrasen por debajo del 3%, se procederá con el diseño de un material de reemplazo idóneo para la subrasante mediante el método de la deflexión máxima, desarrollado por Ivanov (1973), el cual consiste en estimar la capacidad y espesor de la capa necesarios de dicho material para soportar las cargas que representará la implementación de la placa huella.

- Estimación de parámetros efectivos de resistencia a partir de información e investigaciones disponibles para materiales similares.

- Estimación de módulos elásticos a partir de las correlaciones para los valores de CBR obtenidos.

- Elaboración del perfil del subsuelo y posterior integración al modelo de cálculo para el estudio con base en los resultados de los ensayos de campo y laboratorio.

- Recomendaciones para obras de estabilización de taludes y obras complementarias.

4. TRABAJOS DE CAMPO

La campaña de exploración, siguiendo las recomendaciones del INVIAS para el diseño de pavimentos flexibles, deberá hacerse cada 250,0 m con una profundidad mínima de 1,5 m. El objetivo primordial de dicha campaña exploratoria fue proporcionar el conocimiento sobre el subsuelo hasta la profundidad auscultada y caracterizar física y mecánicamente los materiales que conformarán la subrasante además de estimar si la ubicación del nivel freático se encuentra dentro de esta profundidad explorada.

Para esta campaña, se llevaron a cabo sondeos exploratorios manuales, los cuales constaron de apiques o calicatas con dimensiones mínimas de 1,0 m X 1,0 m X 1,5 m, de los cuales se extrajeron muestras alteradas con el objetivo de realizar ensayos de clasificación de estos materiales para obtener sus propiedades índice, como la humedad natural, distribución granulométrica e índices de consistencia de la porción fina. Se consideró que con esta densidad de sondeos se cubre de manera amplia y basta el corredor vial y la zona de estudio en general.

Posteriormente, se ejecutaron ensayos en sitio de resistencia al esfuerzo cortante, mediante el equipo PDC (Penetrómetro Dinámico de Cono) (INV-172), además, se llevó a cabo un programa de laboratorio, dentro del cual se contemplaron distintos ensayos que permitieran principalmente la caracterización física de los materiales recuperados, es decir, ensayos de clasificación de los materiales, como la medida del contenido de agua o humedad natural (INV-122), límites de consistencia (INV-125), análisis granulométrico con lavado sobre el tamiz 200 (INV-123).

En la Tabla 4-1 se encuentra la ubicación, altura y profundidad de los sondeos ejecutados. Estas coordenadas fueron tomadas mediante un GPS marca Garmin referencia E-TREX, el cual posee un margen de error de 5,0 m. Además, en la Figura 4-1 se puede observar la distribución en planta de los sondeos exploratorios realizados dentro del corredor vial.

Tabla 4-1. Características de los sondeos ejecutados

Sondeo	Profundidad (m)	Coordenadas globales WGS-84			
		Latitud	Longitud	Altura (m s.n.m.)	Abscisa
AP1-PDC1	1,5	6°13'21.30"N	75°14'44.33"O	1.963	km 0+045
PDC2	-	6°13'20.29"N	75°14'45.04"O	1.965	km 0+090
PDC3	-	6°13'22.42"N	75°14'43.49"O	1.958	km 0+000
AP2-PDC4	1,5	6°13'25.72"N	75°14'43.10"O	1.963	km 0+030

Fuente: DYCO S.A.S., 2025



Figura 4-1. Ubicación general exploración en campo
Fuente: DYCO S.A.S., 2025.

5. EFECTOS SÍSMICOS LOCALES NSR-10

Se realizó la caracterización del tipo de perfil de suelos a partir de los resultados del ensayo SPT, en este caso, siendo necesario emplear el número promedio de golpes ($\bar{N}$), de acuerdo con lo establecido en el titulo A de la norma NSR-10 (ver Tabla 5-1).

Tabla 5-1. Clasificación de los perfiles de suelos

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{V}s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\bar{V}s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante	760 m/s > $\bar{V}s \geq 360$ m/s
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda que cumpla con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$ $\bar{S}_u \geq 100$ kPa (= 1,00 kgf/cm2)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante	360 m/s > $\bar{V}s \geq 180$ m/s
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$ 100 kPa (= 1,00 kgf/cm2) > $\bar{S}_u \geq 50$ kPa (= 0,50 kgf/cm2)
E	Perfil que cumpla con el criterio de velocidad de la onda de cortante	180 m/s > $\bar{V}_s$
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w ≥ 40% 50 kPa (= 0,50 kgf/cm²) > $\bar{S}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: * F1 - Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. * F2 - Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3,0 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). * F3 - Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7,5 m con índice de plasticidad IP > 75). * F4 - Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36,0 m)	

Fuente: NSR-10, Título A, 2010

Con base en los resultados de ensayos SPT ejecutados en la zona, se tiene un N_{SPT} promedio infeerior a los 50 golpes, por lo tanto, se estima un suelo con perfil tipo D.

Para los análisis seudo-estáticos, se emplean las recomendaciones dadas en el numeral H.5.2.5 de la NSR-10, en donde se especifica el coeficiente de diseño para análisis seudo-estáticos de taludes (KST) en función de la aceleración máxima del terreno (a_{max}), calculada en función de la aceleración pico efectiva (a_a), del factor de amplificación (F_a) y del coeficiente de importancia (I), así:

$$a_{max} = a_a * F_a * I$$

Ecuación 5-1 aceleración pico del terreno (NSR-10, Título A, literal A.2.6.1.1)

Este valor de a_{max} se extrae como la aceleración inicial o aceleración en el periodo cero del espectro de aceleraciones cuya construcción se indica en el capítulo A.2.6.1.2 del Título A de la norma NSR-10, y señalado en la Figura 5-1.

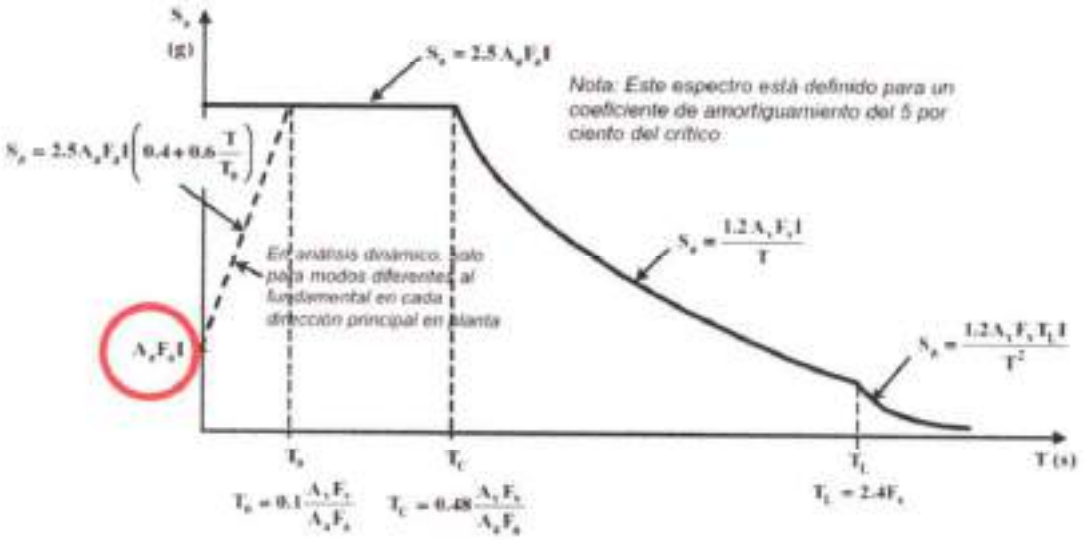


Figura 5-1. Espectro elástico de aceleraciones de diseño como fracción de g.
Fuente: NSR-10, Título A, 2010.



La microzonificación sísmica incluida en el titulo A de la norma NSR-10, estableció un valor para A_a de 0,15 para sismos de servicio en la zona del proyecto.

El factor de amplificación (Fa) se extrae de la tabla A.2.4-3 de la norma NSR-10 título A y está dado en función del tipo de perfil de suelo y el coeficiente de aceleración pico efectivo en roca (A_a) según la ubicación del proyecto. Para este caso, con A_a de 0,15 y tipo de suelo D, se considera un Fa de 1,5 (ver Tabla 5-2).

Tabla 5-2. Valores del Coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro

Tipo de perfil	**Intensidad de los movimientos sísmicos**				
	Aa ≤ 0,1	**Aa = 0,2**	**Aa = 0,3**	**Aa = 0,4**	**Aa ≥ 0,5**
A	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
B	1	1	1	1	1
C	1,2	1,2	1,1	1	1
D	1,6	1,4	1,2	1,1	1
E	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
F	Especial				

Fuente: NSR-10, Titulo A, 2010.

Por tratarse de dos taludes adyacente a una vivienda, es decir, edificación catalogada dentro del grupo de uso I, de acuerdo con el literal A.2.5.1. del título A de la norma NSR-10, así como se indica en la Figura 5-2.

A.2.5.1 — GRUPOS DE USO — Todas las edificaciones deben clasificarse dentro de uno de los siguientes Grupos de Uso:

A.2.5.1.1 — *Grupo IV — Edificaciones indispensables* — Son aquellas edificaciones de atención a la comunidad que deben funcionar durante y después de un sismo, y cuya operación no puede ser trasladada rapidamente a un lugar alterno. Este grupo debe incluir:

(a) Todas las edificaciones que componen hospitales clínicas y centros de salud que dispongan de servicios de cirugía, salas de cuidados intensivos, salas de neonatos y/o atención de urgencias.
(b) Todas las edificaciones que componen aeropuertos, estaciones ferroviarias y de sistemas masivos de transporte, centrales telefónicas, de telecomunicación y de radiodifusión.
(c) Edificaciones designadas como refugios para emergencias, centrales de aeronavegación, hangares de aeronaves de servicios de emergencia.
(d) Edificaciones de centrales de operación y control de líneas vitales de energía eléctrica, agua, combustibles, información y transporte de personas y productos.
(e) Edificaciones que contengan agentes explosivos, tóxicos y dañinos para el público, y
(f) En el grupo IV deben incluirse las estructuras que alberguen plantas de generación eléctrica de emergencia, los tanques y estructuras que formen parte de sus sistemas contra incendio, y los accesos, peatonales y vehiculares de las edificaciones tipificadas en los literales a, b, c, d y e del presente numeral.

A.2.5.1.2 — *Grupo III — Edificaciones de atención a la comunidad* — Este grupo comprende aquellas edificaciones, y sus accesos, que son indispensables después de un temblor para atender la emergencia y preservar la salud y la seguridad de las personas, exceptuando las incluidas en el grupo IV. Este grupo debe incluir:

(a) Estaciones de bomberos, defensa civil, policía, cuarteles de las fuerzas armadas, y sedes de las oficinas de prevención y atención de desastres.
(b) Garajes de vehículos de emergencia.
(c) Estructuras y equipos de centros de atención de emergencias.
(d) Guarderías, escuelas, colegios, universidades y otros centros de enseñanza.
(e) Aquellas del grupo II para las que el propietario desee contar con seguridad adicional, y
(f) Aquellas otras que la administración municipal, distrital, departamental o nacional designe como tales.

A.2.5.1.3 — *Grupo II — Estructuras de ocupación especial* — Cubre las siguientes estructuras:

(a) Edificaciones en donde se puedan reunir más de 200 personas en un mismo salón,
(b) Graderías al aire libre donde pueda haber más de 2000 personas a la vez,
(c) Almacenes y centros comerciales con más de 500 m² por piso,
(d) Edificaciones de hospitales, clínicas y centros de salud, no cubiertas en A.2.5.1.1,
(e) Edificaciones donde trabajen o residan más de 3000 personas, y
(f) Edificios gubernamentales.

A.2.5.1.4 — *Grupo I — Estructuras de ocupación normal* — Todas las edificaciones cubiertas por el alcance de este Reglamento, pero que no se han incluido en los Grupos II, III y IV.

Figura 5-2. Extracto literal A.2.5.1 titulo A norma NSR-10
Fuente: NSR-10, Título A.

El coeficiente de importancia (I) de acuerdo con la tabla A.2.5-1 del título A de la norma NSR-10 y relacionada a continuación, es de 1,00, como se puede observar en la Tabla 5-3.

Tabla 5-3. Valores del coeficiente de importancia, I

Grupo de uso	Coeficiente de importancia, I
IV	1,50
III	1,25
II	1,10
I	1,00

Fuente: NSR-10, Título A.

Reemplazando estos valores, se obtiene un a_{max} de 0,225 g.

El coeficiente sísmico de diseño para análisis pseudoestático de taludes, el cual debe tener un valor igual o inferior al a_{max}, se calcula en función del material presente en el perfil de suelos y del tipo de análisis según lo indicado en la tabla H.5.2-1 del título H de la norma NSR-10, presentada en la Tabla 5-4.

Tabla 5-4. Valores de KST/a_{max} mínimos para análisis seudoestático de taludes.

Material	KST/a_{max} mínimo	Análisis de amplificación mínimo
Suelos, enrocados y macizos rocosos muy fracturados (RQD < 50%)	0,80	Ninguno
Macizos rocosos (RQD > 50%)	1,00	Ninguno
Todos los materiales térreos	0,67	Amplificación de onda unidimensional en dos columnas y promediar
Todos los materiales térreos	0,50	Amplificación de onda bidimensional

Fuente: NSR-10, Título H.

De acuerdo con el perfil estratigráfico encontrado en el sitio de estudio y referido a los valores establecidos en la Tabla 5-2 se determina qué la relación KST/a_{max} para el proyecto corresponde a Suelos, enrocados y macizos rocosos muy fracturados (RQD<50%), es decir, se despeja KST, de la siguiente forma: KST = 0,8*a_{max}. Finalmente, coeficiente sísmico de diseño para análisis seudoestático (KST) es KST = 0,8 * 0,225, entonces KST = 0,23 = K_h.

El coeficiente sísmico de diseño vertical, K_v, corresponde a 2/3 de la aceleración horizontal; es decir, K_v = 0,18. El espectro de respuesta para este municipio se puede observar en la Figura 5-3.

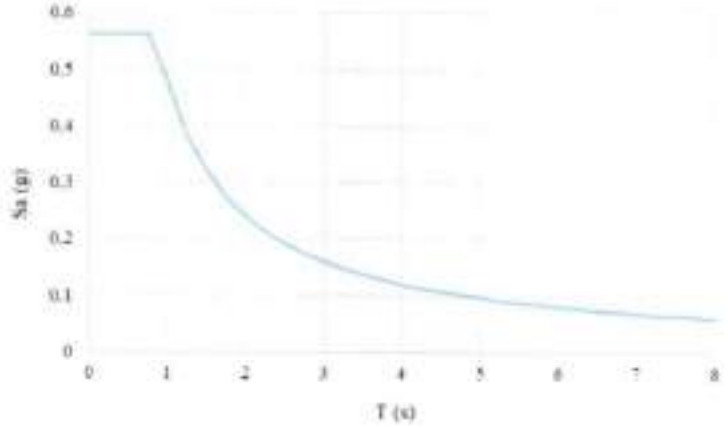


Figura 5-3. Espectro elástico de aceleraciones de diseño como fracción de g. para el municipio de El Peñol.
Fuente: DYCO S.A.S., 2025.

6. GEOLOGÍA REGIONAL

El proyecto para la construcción de la vía se ubica según la plancha 147 de Medellín Oriental, a nivel regional sobre las unidades geológicas de *Depósitos Aluviales (Q2al), Batolito Antioqueño (K2ta, K2mg) y Complejo El Retiro (PRam)*, tal y como se observa en la Figura 6-1.

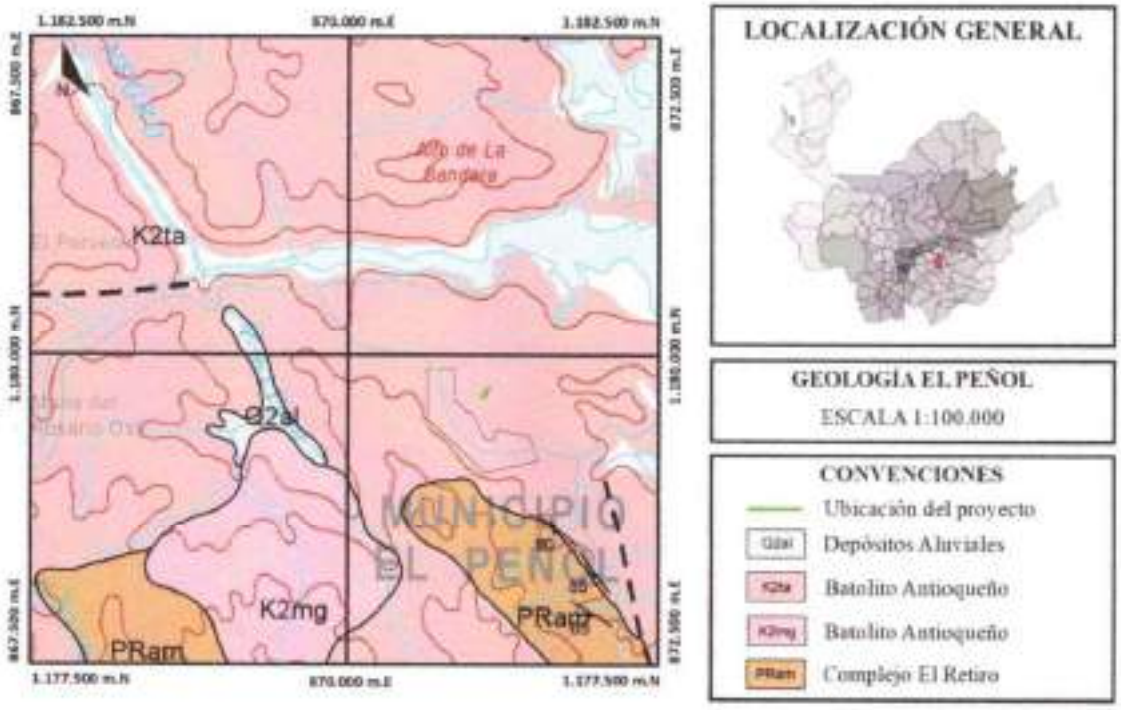


Figura 6-1. Mapa geológico plancha 147, Medellín Oriental
Fuente: Servicio Geológico Colombiano, 2005.

A continuación, se presenta la descripción de las unidades geológicas que se encuentran dentro del área de influencia directa e indirecta del proyecto.

6.1. DEPÓSITOS ALUVIALES (Q2AL)

Los depósitos aluviales en la plancha 147 Medellín Oriental ocupan las llanuras de inundación de los cauces actuales; están conformados por material suelto como bloques y

gravas de rocas metamórficas, plutónicas y cuarzo en diferentes proporciones en una matriz de material arcillo – arenoso no coherente. De los depósitos aluviales en plancha, por su extensión y amplitud se destacan los que se encuentran a lo largo de los ríos Medellín, Negro, Pereira y las quebradas La Mosca, Cimarrona, La Honda, Ovejas, Marinilla y La Magdalena.

En el río Medellín los depósitos aluviales generados por el río y sus afluentes tienen forma alargada irregular y de abanicos con variedad en litología, tamaño y espesor que aumenta su extensión hacia el Norte del valle.

Estos depósitos están conformados por bloques y gravas de dunitas, rocas ígneas plutónicas (diorita, cuarzodiorita), metamórficas (neises y anfibolitas) y cuarzo en diferentes proporciones y sin estratificación, en una matriz de arena gruesa a gravas medias o areno limosa, de color gris, con cementación débil a moderada.

Los clastos están, por lo general, mal seleccionados, con formas desde subangulares a redondeadas, en tamaños desde métricos hasta centimétricos, en algunos casos muestran una imbricación en el sentido de la corriente, en otros, deposición sin estratificación. Aunque los depósitos aluviales son comunes a lo largo de la mayoría de las corrientes en el área de la plancha, por su extensión y amplitud no todas son representables a la escala del mapa geológico y sólo aparecen en éste los de mayor extensión. También se da el caso que, aunque aparecen marcados como aluviones, pero existen dentro de estas zonas, acumulaciones de material coluvial que por su ocurrencia local y poca extensión no se han separado.

Los espesores de estos depósitos oscilan entre 10 m y 20 m, pero en el valle del río Medellín existen depósitos como los aluviotorrenciales de las quebradas La García y La Seca en Bello que alcanzan espesores hasta de 60 m (Área Metropolitana, 2002).

Debido a su alta permeabilidad, exhiben un grado de meteorización alto, actualmente son disectados por las mismas corrientes que formaron dichos depósitos. Un perfil típico de esta

unidad está descrito en el informe de Microzonificación de Valle de Aburrá (Área Metropolitana, 2002) en la cantera de CONASFALTOS (Bello):

Horizontes A-B. Conformada por una capa orgánica limo arenoso de color gris oscuro con un espesor de 0,4 m.

La infrayacen arenas finas con lentes de limos y arcillas de color gris claro. Hacia la base se presenta un paquete de color gris claro de gravas finas a gruesas, subredondeadas y subesféricas de neis, cuarzo, basalto, cuarcita y esquistos, entre otros, clastosoportada embebida en una matriz arenosa débilmente cementada, dura, seca y no plástica con una relación gravas arena de 90/10 con un espesor de 10 m.

En las canteras de CONASFALTOS, PROCOPAL, Agregados y Triturados del Norte y Áridos de Antioquia la zona de explotación alcanza los 40 m de potencia en una columna estratigráfica donde predominan las gravas en paquetes con espesores superiores a los 20 m. Estos depósitos aluviales son del Holoceno y su espesor está en aumento debido a la sedimentación actual a lo largo de los canales de flujo y zonas aledañas sometidas a inundaciones periódicas y avalanchas ocasionales (Área Metropolitana, 2002). (Rodríguez, Gonzáles, & Zapata, 2005).

6.2. BATOLITO ANTIOQUEÑO (Q2TA Y Q2MG)

El nombre de esta unidad proviene del departamento de Antioquia (Botero 1940,1942) donde aflora sobre la parte axial de la Cordillera Central, cubriendo un área aproximada de 7.800 km2, sin incluir los cuerpos satélites, separados del cuerpo principal por rocas metamórficas. En la plancha 147 Medellín Oriental, de este cuerpo afloran 1.100 km2, un 14% de la extensión total; hacia la parte oriental y aunque en gran parte presenta una meteorización profunda, se puedan observar algunos afloramientos característicos en los cortes de las vías Santuario (H-6) – río Cocorná (H-8), Marinilla (F-6) - El Peñol (F-7) – Guatapé (F-9), Guarne (C-3) - San Vicente (C-6), Autopista Medellín – Guarne, entre el alto de Las Rosas (B-3) y

Guarne (C-3), en los ríos Cocorná (H-8), Rionegro (D-6, 7) y en varias de las quebradas que drenan el área.

En el presente trabajo se han considerado como parte del Batolito Antioqueño, posiblemente apófisis de éste, algunos cuerpos menores granitoides que, aunque separados geográficamente del cuerpo principal, presentan características litológicas, mineralógicas y texturales similares y una posición que hace suponer una relación genética con éste. Entre estos cuerpos se destacan los siguientes:

- Las Estancias (D12). Cuerpo localizado entre los bloques sur y central de la Dunita de Medellín, en contacto fallado con esta unidad e intrusivo en anfibolitas, presenta una forma irregular con una extensión de 3,6 km2, longitud mayor de dirección SW-NE de 2 km y una amplitud NW–SE de 1,2 km.

- Vereda La Quiebra - quebrada Palmichal (E-3). Cuerpo elongado en dirección N-S con una longitud de 2,3 km y amplitud promedio de 0,8 km, con una extensión de 1,8 km2, Intrusivo en anfibolitas con aureola de contacto caracterizado por zonas migmatíticas de inyección.

- Vereda Guaponte (C-4): Cuerpo elongado de dirección N-S con una longitud de 2.5 km y amplitud promedia de 0,7 km, con una extensión de 1,7 km2, es intrusivo en neises formando migmatitas de inyección con leucosoma cuarzo – feldespático en venas o bandas paralelas a la foliación metamórfica regional.

- Vereda El Pozo (E-7, 8): Cuerpo de dirección N15°W con una longitud de 3,3 km y amplitud variable de entre 1,9 km en el extremo norte y 0,7 al sur, con una extensión de 4,3 km2. Este cuerpo tiene una composición más ácida que la facies normal del Batolito y está limitando al E por la facies normal del cuerpo plutónico principal y al W por un cuerpo de anfibolita.

Las rocas del Batolito Antioqueño y los procesos de meteorización y erosión que sobre ellas han actuado generan geoformas de semicolinas redondeadas de poca altura, donde los agentes

de transporte del material, modelan el paisaje y contribuyen a formar vertientes cortas en valles estrechos, con drenaje dendrítico como respuesta a los procesos de escorrentía. Esto permite encontrar el material saprolítico profundo expuesto en superficie que luego es fácilmente removilizado por procesos erosivos.

El paisaje sobre el Batolito Antioqueño está constituido además por depósitos aluviales con algunas terrazas de poca altura y valles asociados a drenajes naturales de poca longitud donde los procesos de sedimentación han sido favorecidos por una disminución del gradiente hidráulico. Estas geoformas se encuentran a lo largo de los drenajes activos y morfológicamente presentan superficies planas con poca inclinación y localmente fuertemente disectadas.

La región de los valles de Rionegro, Guarne, Marinilla, San Vicente, El Peñol y Guatapé entre las cotas 2.200 y 1.950 msnm (embalse El Peñol), presenta colinas con sus superficies convexas, semejantes a domos de poca altura, disectadas por un drenaje semidendrítico, localmente modificado por la acción antrópica que produce deterioro en el paisaje en los canales naturales. En estas colinas no se ha desarrollado la meteorización profunda de las rocas del Batolito Antioqueño característica en otras regiones.

En la zona de El Peñol – Guatapé, el paisaje se caracteriza por colinas ligeramente alargados y cerros más pronunciados que los de los valles de Rionegro – Guarne - Marinilla y constituyendo localmente geoformas sobresalientes por su altura y diámetro conocidos en la región como "peñoles". (Rodríguez, Gonzáles, & Zapata, 2005).

6.3. COMPLEJO EL RETIRO, ANFIBOLITAS DE MEDELLÍN (PRAM)

La unidad metamórfica de mayor extensión en la plancha 147 Medellín Oriental está constituida por varios cuerpos de anfibolitas, que en conjunto han sido denominadas Anfibolitas de Medellín; estos cuerpos pueden presentar variaciones texturales y mineralógicas y en las relaciones con otras unidades litológicas, lo cual podría indicar más

de un origen, edad e historia metamórfica. Sin embargo, teniendo en cuenta el detalle de la cartografía geológica hecha durante el proyecto y la información petrográfica y geoquímica disponible, se considera como una sola unidad homogénea.

Teniendo en cuenta la distribución espacial y relaciones en el área de la plancha 147, se han separado dentro de la unidad de las Anfibolitas de Medellín los siguientes cuerpos:

1. Anfibolitas de la vereda Guarinó - San Bonifacio. Afloran al sur del Carmen de Viboral (H-6) en límite con la plancha 167 Sonsón y se extiende hacia esta plancha (González et al., 1980). Constituye un cuerpo de forma irregular, de dirección N-S, con una longitud de 5,7 km en el borde oriental y amplitud entre 6,8 km en el extremo sur y 2,3 km en el norte con una extensión de 25 km^2 en la plancha 147.

Al Norte y Occidente aparece cubierto por depósitos cuaternarios y es intruido al Este por el Batolito Antioqueño. Las mejores exposiciones se encuentran en los carreteables que salen de El Carmen hacia Boquerón (H-7) y El Santuario (H-9).

2. Anfibolitas de La Ceja. Afloran hacia el límite con la plancha 167 Sonsón, y se prolongan hacia ésta (González et al., 1980) constituyendo un cuerpo con forma de paralelogramo con su base mayor hacia el Sur de 5,8 km de longitud y la menor al Norte con 3,8 km y una longitud Norte-Sur de 4,5 km, para una extensión, en la plancha 147, de 40 km^2.

Tanto hacia el Este como al Norte y Sur, aparece cubierto por los depósitos cuaternarios de los ríos Pereira y Piedras (H-4) mientras que al Occidente aparece en contacto con neises con los cuales se intercala en capas de poco espesor, especialmente cerca al contacto entre ambas unidades. Las anfibolitas aparecen profundamente meteorizadas y los afloramientos son ocasionales en la zona del cerro Capiro (H-4) y en las vías de la Ceja hacia Rionegro (F-5) y La Unión en la Plancha 167 Sonsón.

- Cuerpos menores de anfibolitas intercalados a diferentes escalas con neises, son comunes en esta unidad, aunque en el mapa geológico sólo se indican las mayores que son representables a la escala del mapa, siendo más abundantes hacia el contacto entre ambas unidades. Las mejores exposiciones de esta relación se encuentran en la vía Don Diego (G-3) - La Ceja en las inmediaciones del parador Tequendamita (H-3) donde las intercalaciones son continuas por varios kilómetros y hacia el suroeste desaparecen o se adelgazan. Hacia las veredas Papayal (H-2), Chapinero (H-2, 3) y EL Chuscal (H-3) predominan los neises y migmatitas cuarzo - feldespáticas con capas delgadas esporádicas de anfibolita de menos de 50 m de amplitud. En la vereda Tablacito (G-2) afloran neises y anfibolitas preferiblemente y en las cabeceras de la quebrada Espiritu Santo (G-2) predominan anfibolitas con intercalaciones delgadas concordantes de neises.

3. Cuerpo de anfibolita entre la Vereda El Totumo (A-2) al Norte y Juan XXIII (D-4) al Sur. Incluye las veredas de El Salado (B-2), Juan Cojo (B-2, 3) y El Palmar interrumpido a la altura del río Medellín, por depósitos aluviales y luego continua hacia la Vereda Curazao (A-2) prolongándose hacia la plancha 131 Santa Rosa de Osos. Este cuerpo tiene dirección N15-20°W con una longitud de 16 km y una amplitud promedia de 2,8 km, estrechándose hacia el sur donde tiene menos de 1 km con una extensión total en la plancha 147 Medellín Oriental, de 38 km^2.

Este cuerpo es intruido por el Batolito Antioqueño, excepto en su extremo sureste donde aparece en contacto con el Neis de La Ceja intercalándose ambos tipos de roca en la zona de contacto; cerca al río Medellín (A-2) aparece cubierto en la zona plana por depósitos aluviales y hacia las laderas por depósitos de vertiente donde predominan bloques de esta misma unidad.

Anfibolitas de la Fe (G-2), Piedras Blancas (C-2) y se extiende hasta las veredas El Nogal (A-2) y La Veta (A-2) en el municipio de Bello. Este es el cuerpo principal de las denominadas Anfibolitas de Medellín, tiene forma tabular con la dimensión mayor en sentido

Norte - Sur concordante con las estructuras regionales de 22 km y amplitud variable entre 5,5 km en el extremo norte, donde se prolonga hacia la plancha 131 Santa Rosa de Osos, 5,2 km a la altura de Piedras Bancas (C-2) ampliándose en la parte centro – sur entre los cuerpos sur y central de la Dunita de Medellín y 1,6 km en la Fe (G-2) con una extensión de 130 km2 en la plancha 147 Medellín Oriental.

Este cuerpo está al Occidente en contacto fallado con la Dunita de Medellín y las Migmatitas de Puente Peláez con desarrollo de una delgada franja de neises miloníticos en el contacto con la dunita. Al Oriente el contacto con el Neis de La Ceja también es fallado y solo localmente, en la parte sur y sureste, parece ser concordante entre ambas unidades metamórficas; a la altura del río Medellín depósitos aluviales y de ladera interrumpen la continuidad del cuerpo.

En la curva de Rodas (B-1) sobre la autopista Medellín – Guarne, la anfibolita en el contacto con la Dunita de Medellín, presenta una estructura microplegada mientras que al Oriente estas rocas no presentan una crenulación evidente. Los plegamientos y evidencias de una deformación dúctil, especialmente en los ejes de los microplegamientos, tanto en la plagioclasa como en la hornblenda, son claros al acercarse al contacto con el cuerpo ultramáfico; la plagioclasa presenta una fuerte extinción ondulatoria pero no se observa recristalización lo cual indicaría que la deformación con cambio textural ocurrió bajo condiciones de temperatura de medio grado de metamorfismo. Martens (2003) también menciona procesos de milonitización en el Neis augen de Las Palmas espacialmente relacionados al contacto con la Dunita de Medellín aumentando el grado de deformación de Oriente a Occidente lo cual implicaría que el último evento de metamorfismo dinámico que afectó tanto las anfibolitas como el neis, estuvo relacionado al cabalgamiento de la dunita en condiciones de temperatura del medio grado de metamorfismo.

Los mejores afloramientos y de más fácil acceso a este cuerpo de anfibolitas se encuentran en las vías Las Palmas (G-1) - Represa de la Fe (G-2), Las Palmas – aeropuerto de Rionegro

(E-4), Santa Elena (D-2), Medellín (B-1), Santa Elena – Guarne (C-2) y en las quebradas Santa Elena (D-1) y Piedras Blancas (C-2, B-2).

4. Techos pendientes de anfibolita sobre el Batolito Antioqueño. Corresponden a cuerpos de anfibolitas de dimensiones variables sobre el Batolito Antioqueño que son comunes tanto en la zona de borde occidental de éste, como en la parte central. Estos cuerpos no muestran por lo general evidencias de haber sido intruidos por el Batolito, pero si son claros, en muchos de ellos, efectos térmicos, atribuibles al calentamiento producido durante el emplazamiento del Batolito a niveles corticales superiores, proceso durante el cual pudo haber levantado fragmentos de la roca encajante, anfibolitas, quedando éstas como techos pendientes sobre la masa batolítica.

Entre estos cuerpos de anfibolita, por sus dimensiones y continuidad se mencionan los siguientes, aunque es de anotar que existen más cuerpos de estas características que por sus dimensiones no aparecen representados en el mapa.

- El Escorial (E-8). Cuerpo de dirección N45°W, con una longitud de 3,2 km y amplitud de 0,7 km y una extensión de 2,3 km^2.

- El Salto (F-8) Tres cuerpos de forma circular con su eje mayor de dirección variable N-S a N80°W y extensión 0,4; 0,35 y 0,1 km^2, respectivamente.

- Las Brisas (G-8). Cuerpo irregular de 1,7 km de longitud y amplitud variable entre 0,2 km en el extremo norte y 10 km en él sur y una extensión de 1,2 km^2.

- La Palma – Vereda El Pozo, (E-7). Cuerpo irregular de 1,5 km2 limitado al este por una facies granítica (?) del Batolito Antioqueño.

5. Cuerpos menores de anfibolita al Occidente de la Dunita de Medellín. Por sus relaciones con respecto a las rocas a las cuales están asociadas estas anfibolitas se pueden subdividir en:

a) Techos pendientes sobre el Gabro de San Diego; son cuerpos de formas irregulares menores de 1 km^2 que se encuentran entre la variante de Las Palmas y la parte alta de El Poblado (D-1).

b) Cuerpos localizados al Occidente de la Dunita de Medellín entre (D-1) y (C-1) directamente en contacto tectónico con ésta y en parte cubiertos por depósitos de ladera, con una extensión entre 1 y 2 km^2.

Al oriente del altiplano de Santa Elena (D-1), los afloramientos de los diferentes cuerpos de anfibolita se destacan por una morfología de cerros y pendientes fuertes a moderadas cortas, con una zona donde la topografía es relativamente plana y las rocas presentan un avanzado estado de meteorización mientras que al Occidente en la vertiente oriental del Valle de Aburrá, las fuertes pendientes y la profunda socavación de las corrientes que drenan hacia el río Medellín, permiten mejores y más continuas exposiciones de los cuerpos de anfibolita, encontrándose rocas relativamente frescas tanto en los cauces de las quebradas como en los cortes de las vías que atraviesan el área.

El perfil generalizado de meteorización de la anfibolita, cerca de Sajonia (F-3), se compone de un nivel de suelo (VI) de color crema a gris claro que localmente presenta incidencia de cenizas volcánicas, un nivel saprolítico de color pardo amarillento a pardo rojizo característico, producido por la alteración de la hornblenda y que localmente presenta un bandeamiento débil con capas finas de color blanco a amarillo pálido producido por la alteración de zonas ricas en plagioclasa. Este saprolito puede variar en la coloración a gris verdoso, pero por lo general predominan los tonos pardos debido al predominio de la

hornblenda en la composición mineralógica de las anfibolitas y puede contener bloques de roca relativamente fresca.

El perfil de meteorización generalizado en los cuerpos de anfibolita presenta las siguientes características:

Horizonte A – B: Horizonte orgánico de 30-40 cm de espesor, varia de acuerdo con la pendiente del terreno.

Horizonte VI: Suelo residual de espesor variable, color gris claro a blanco, consistencia suave, no plástico, húmedo y poco cementado. Espesor 40-50 cm.

Horizonte V: Roca meteorizada con un espesor promedio de 1,5 m, color moteado blanco y negro heredado, deleznable, consistencia firme, no plástico, húmedo y poco cementado.

Horizonte IV: Roca profundamente meteorizada, color gris moteado de blanco, deleznable, consistencia firme, no plástico, húmedo débilmente cementado. Espesor indeterminado.

Horizonte III: Roca moderadamente meteorizada de color pardo amarillento con plagioclasa y hornblenda, textura limosa, consistencia firme, seco, plasticidad muy baja, cementación moderada.

La estructura en las anfibolitas varia entre néisica y esquistosa, pudiendo ser masivas localmente, algunas veces bandeada por la segregación diferencial durante el metamorfismo de plagioclasa y hornblenda o variación en la granulometria de una banda a otra. Estructuras migmatíticas se presentan localmente cerca al contacto con el Batolito Antioqueño y están definidas por la segregación o la inyección de venas irregulares, a veces lentes de feldespato y cuarzo, el tamaño del grano varia de fino a medio pero en algunas anfibolitas de estructura néisica el grano es más grueso el color predominante es negro moteado de blanco con un tinte verdoso oscuro por uralitización y cloritización de la hornblenda y foliación definida

por la orientación plana de la hornblenda, aunque en muestra de mano ésta puede pasar desapercibida.

En las anfibolitas intercaladas con neises, tanto la foliación como el bandeamiento son concordantes con los límites de las capas de estas dos litologías. En algunos afloramientos se observan plegamientos de orden métrico y localmente se encuentran pliegues centimétricos simétricos muy apretados. (Rodríguez, Gonzáles, & Zapata, 2005).

7. GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

La zona de estudio se encuentra ubicado en las unidades geomorfológicas denominadas *Lomerios Disectados (Dldi), Lomerios Muy Disectados (Dlmd), Lomerios Poco Disectados (Dlpd), Planicie Aluvial Confinada (Fpac) y Embalses (Aemb)*. En donde predominan los ambientes geomorfológicos: denudacional, antropogénico, fluvial y lagunar. Dichas geoformas se pueden ver en la Figura 7-1.



Figura 7-1. Plancha 147, Mapa Geomorfológico Medellín Oriental
Fuente: Servicio Geológico Colombiano, 2014.

7.1. LOMERÍOS DISECTADOS (DLDI):

Son prominencias topográficas de morfología alomada, con índice de relieve bajo, con cimas subredondeadas y amplias, laderas cortas de forma cóncavas y convexas, con pendientes muy inclinadas a abruptas. Estas geoformas son originadas por procesos de denudación intensos

y cuyas laderas se caracterizan por la moderada disección, generando valles en U con fondo redondeado a plano. Se presentan movimientos en masa tipo deslizamiento rotacional y procesos erosivos superficiales severos asociados a la actividad agropecuaria intensiva.

En la Plancha 147 se encuentran ocupando un área muy extensa; y son los de mayor extensión la cuenca del Río Negro y la quebrada la Mosca en los municipios de Rionegro, Marinilla, Santuario, San Vicente y Guarne; otros corresponden por aquellos aledaños o inmersos dentro del embalse del Peñol y otros localizados más al norte, en los municipios de San Vicente y Concepción. (Servicio Geológico Colombiano, 2014).

7.2. LOMERÍOS MUY DISECTADOS (DLMD):

Son las prominencias topográficas de morfología alomada, con índice de relieve bajo, cimas agudas a redondeadas estrechas, de laderas cortas a moderadamente largas, de forma cóncavas a rectas y de pendientes abruptas a escarpadas. Estas geoformas son originadas por procesos de denudación intensos y cuyas laderas se caracterizan por la alta disección, generando valles en V abiertos. Estos lomeríos generalmente se encuentran en los bordes de altiplanos. En esta unidad los movimientos en masa más característicos son los deslizamientos rotacionales y traslacionales, así como procesos erosivos superficiales severos por la actividad agropecuaria de la zona.

Este tipo de unidades son más comunes hacia los bordes del altiplano, aunque se pueden encontrar al interior en el municipio de San Vicente y hacia los bordes en los municipios de Concepción, Cocorná, Granda y El Peñol. (Servicio Geológico Colombiano, 2014).

7.3. LOMERÍOS POCO DISECTADOS (DLPD):

Son prominencias topográficas de morfología alomada con índice de relieve muy bajo, con cimas planas amplias y redondeadas a subredondeada, de laderas muy cortas a cortas, y de formas cóncavas y convexas, con pendientes inclinadas a muy abruptas, y un patrón de drenaje dendrítico con un grado de incisión leve formando valles abiertos en "U".

Generalmente estas unidades se encuentran en las áreas centrales del altiplano alejadas de los frentes erosivos. Son frecuentes los procesos erosivos superficiales como terraceos y surcos, algunos movimientos en masa tipo reptación y eventualmente algunos pequeños deslizamientos rotacionales por la deforestación y la actividad agropecuaria intensiva.

En la plancha 147 los encontramos distribuidos por el altiplano, el más extenso corresponde al sector comprendido entre el corregimiento de Santa Elena del municipio de Medellín al norte, hasta el sector del Alto de las Palmas al sur, en el municipio de Envigado, y distribuido en otros sectores como en la vía que comunica el municipio de Marinilla con el Peñol y en el municipio de Guarne en la vereda Guapante. Y al norte de la plancha en el municipio de San Pedro de los Milagros. (Servicio Geológico Colombiano, 2014).

7.4. PLANICIE ALUVIAL CONFINADA (FPAC)

Franja aluvial de morfologia plana, muy angosta, confinada y en forma de "U", y constituida por material aluvial. Esta unidad está asociada a los cauces aluviales del altiplano, que son muy pequeños y eventualmente inundables, limitados por las unidades denudacionales de índice de relieve bajo a muy bajo, en los cuales se observa el estrangulamiento o estrechamiento de los cauces y por relieves más altos como los lomos denudados en la cuenca del río Cocorná y sus afluentes las quebradas la Chorrera y la Trinidad. (Servicio Geológico Colombiano, 2014).

7.5. EMBALSES (AEMB)

Corresponden a las obras de presa construidas para el abastecimiento de agua para consumo humano y energía, conocidos como el Embalse de. La Fe en el Municipio del Retiro, Embalse de Piedras Blancas entre los municipios de Medellín y Guarne y el Embalse del Peñol que cubre la mayor parte de los municipios de El Peñol y Guatapé, y alcanza por su gran extensión a tener influencia en los municipios de Concepción y Alejandría. (Servicio Geológico Colombiano, 2014).

Con base en la revisión de la información geológica y geomorfológica se puede concluir que el tramo que será intervenido se encuentra dentro de una misma zona homogénea dadas las características litológicas y topográficas similares. Esta información fue verificada con los resultados de los ensayos PDC, mediante los cuales se obtuvo resultados similares para este tramo.

8. DESCRIPCIÓN DEL SUBSUELO

La descripción integral del subsuelo, la cual comprende la caracterización físico – mecánica de los materiales que lo componen, rasgos particulares, posición del nivel freático, influencia de estructuras existentes cercanas, influencia de cuerpos de agua presentes en la zona, entre otros, se llevará a cabo de manera detallada con base en información de primera mano proveniente de los sondeos exploratorios, ensayos en campo y ensayos de laboratorio, además de la utilización de información secundaria, la cual se describe a continuación.

8.1. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

En la campaña de exploración llevada a cabo se emplearon métodos directos manuales que permitieron la recuperación de muestras de material en estado alterado, con la densidad de sondeos que se describe en el Capítulo 4.

La campaña de exploración directa llevada a cabo constó de dos (2) apiques manuales a una profundidad aproximada de 1,5 m desde el nivel de rasante actual, los cuales se consideran bastos teniendo en cuenta el tipo de estructura de pavimento analizada y las cargas que esta representa. La localización de los sondeos se puede observar en la Figura 4-1, las características y coordenadas de dichos sondeos se relacionan en la Tabla 4-1 y parte de su proceso de ejecución se muestra en la Figura 8-1.

La profundidad de los sondeos fue cuidadosamente seleccionada para asegurarse de que se incluyeran todos los estratos de suelo que podrían ser relevantes para el diseño de la estructura del pavimento. La exploración hasta esta profundidad permite identificar y caracterizar de manera exhaustiva las capas del terreno, desde las más superficiales hasta aquellas más profundas, que podrían influir en la estabilidad y capacidad de carga de la subrasante.

Los datos obtenidos a través de estos sondeos son esenciales para evaluar las propiedades físicas y mecánicas de los distintos estratos del subsuelo, incluyendo su resistencia al corte, capacidad portante, compresibilidad, y la presencia de posibles capas de suelo con características problemáticas, como suelos expansivos o de baja densidad. Además, estos datos permiten prever el comportamiento del terreno frente a las cargas estructurales y cualquier otra condición geotécnica que podría afectar la estabilidad de la estructura a lo largo de su vida útil.

AP1	AP2
	

Figura 8-1. Sondeos exploratorios ejecutados.
Fuente: DYCO S.A.S., 2025

8.2. NIVEL FREÁTICO

En ninguno de los sondeos ejecutados se identificó la presencia de nivel freático hasta la profundidad auscultada. Sin embargo, en caso de que se presente un afloramiento durante la ejecución de los trabajos de construcción, se deberá reportar dicho hallazgo, ya que esta

información es de suma importancia para realizar el cálculo preciso de esfuerzos efectivos y estimar el espesor de variabilidad estacional.

8.3. HORIZONTE DE METEORIZACIÓN

El modelo geotécnico es alimentado con parámetros fisico – mecánicos que representen la condición del subsuelo, en conjunto con la influencia de estructuras existentes vecinas, condición topográfica, hidráulica e hidrológica de la manera más fiel a la realidad, lo cual será complementado a medida que se adquiera la información correspondiente mediante las metodologías descritas anteriormente, es decir, correlaciones a partir del N_{SPT}, parámetros estimados en bibliografía para materiales similares y resultados de ensayos mecánicos de laboratorio. Dichas metodologías se desarrollan a continuación.

El perfil estratigráfico del subsuelo se analizó y caracterizó hasta la profundidad auscultada, evidenciando principalmente características tales como las texturas que varian de areno – arcillosa a arcillo – limosa y color rojizo y gris en su matriz, con niveles granulares de hasta 12 cm a nivel superficial con clastos de cuarzo embebidos con redondez, plasticidad y humedad media, a este le infrayace un material más cohesivo y/o fino homogéneo composicionalmente, con espesores de hasta 75 cm con humedad y plasticidad media.

Con tal información se logró estimar un perfil de meteorización basado en la clasificación propuesta por Dearman (1974). La Tabla 8-1 muestra la clasificación de Dearman, junto con la propuesta por Deer & Patton (1971). En este caso se considera que el material corresponde a un horizonte V en la escala de Dearman.

Tabla 8-1. Clasificación de los suelos según el grado de meteorización.

Deere y Patton	Dearman		Descripción
Horizonte	Zona	Grado	
IA (Capa vegetal)	Suelo residual	VI	Las capas superiores son ricas en materia orgánica. Todo el material rocoso es ahora suelo. Es un suelo sin características heredadas, característicamente arcillo - limoso.
IB			

Deere y Patton	Dearman		Descripción
Horizonte	Zona	Grado	
IC (Saprolito)	Roca completamente meteorizada	V	El macizo rocoso está completamente descompuesto y la roca ahora está descolorada. Aún se aprecian estructuras (discontinuidades) heredadas. Se encuentran fragmentos de entre 10% y 35% del volumen, pero fácilmente desmenuzables. Hay escasos núcleos de roca, pero es posible encontrarlos.
IIA (Transición de saprolito a roca)	Roca altamente meteorizada	IV	El macizo rocoso está descolorado y altamente alterado. Más del 50% del material rocoso está descompuesto o desintegrado. Se mantienen las estructuras heredadas. Entre el 35% y el 70% del volumen son fragmentos de roca sin meteorizar.
IIB (Roca parcialmente meteorizada)	Roca moderadamente meteorizada	III	El macizo rocoso está altamente decolorado. Menos del 50% del material rocoso está descompuesto o desintegrado. Las discontinuidades pueden estar oxidadas o abiertas. Se evidencian bloques de roca.
III (Roca intacta)	Roca débilmente meteorizada	II	El macizo rocoso está débilmente decolorado. Las discontinuidades pueden estar abiertas y oxidadas. La roca es dura y resistente a excavaciones.
	Roca no meteorizada	I	El macizo rocoso no da signos visibles de meteorización. Las discontinuidades pueden eventualmente presentar oxidación y decoloración en un bajo grado.

Fuente: Dearman, 1974

La estratigrafía de la zona de influencia del puente se estimó con base en el material recuperado mediante los sondeos exploratorios que se ejecutaron en todo el tramo y la información recopilada en las visitas de campo desarrolladas en diferentes épocas y, durante las cuales se exploró toda la zona de influencia.

8.4. PROGRAMA DE LABORATORIO

El programa de laboratorio es aquel mediante el cual se definen los ensayos que se consideren necesarios sobre muestras representativas para conseguir una caracterización física y mecánica de los materiales ensayados.

Dicha caracterización permitió obtener información directa para estimar el tipo de material con sus propiedades índice y sus parámetros de resistencia. Para ello se debió llevar a cabo ensayos de clasificación y de resistencia como:

- Determinación del contenido de humedad (ASTM D2216)
- Límites de consistencia (ASTM D4318)
- Granulometría por tamizado y lavado sobre malla 200 (ASTM D422)

Se optó realizar los ensayos de clasificación sobre muestras representativas de cada sondeo, ya que las muestras recuperadas y el desempeño presentado durante cada apique presentó particularidades, a pesar de su relativa cercanía. En la Tabla 8-2 se presenta la relación de ensayos ejecutados.

Tabla 8-2. Relación de ensayos de laboratorio realizados

Ensayo	Cantidad
Contenido de agua	2
Granulometría	2
Límites de consistencia	2

Fuente: DYCO S.A.S., 2025.

Por medio de los ensayos de medida del contenido de contenido de agua, límites de consistencia y granulometría se logró identificar las propiedades físicas propias de los materiales analizados. En la Tabla 8-3 se encuentra el resumen de las propiedades índices que resultaron de los ensayos de laboratorio, así como su clasificación según la U.S.C.S. (Unified soil classification system).

Tabla 8-3. Resumen de los ensayos de propiedades índice de los materiales

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	W (%)	LL	LP	Gravas (%)	Arenas (%)	Finos (%)	USCS
AP1	M1	1,0	27,6	47,0	34,0	0,2	48,0	51,8	ML
AP2	M1	1,0	34,1	41,0	29,0	10,0	63,8	26,2	SM

Fuente: DYCO S.A.S., 2025.

En donde:

ML	Limo de baja plasticidad
MH	Limo de alta plasticidad
CL	Arcilla de baja plasticidad
CH	Arcilla de alta plasticidad
SM	Arena limosa
SC	Arena arcillosa
GM	Grava limosa
GC	Grava arcillosa

En general, se presenta una humedad natural baja, alejada del límite líquido y límite plástico. Cabe resaltar que se podría llegar a presentar un comportamiento plástico en la porción finogranular de los materiales, aspecto que debe ser puesto en consideración, dada la variabilidad que generalmente presentan los materiales que conforman las formaciones similares. Sin embargo, en algunos casos, como indican los resultados de los análisis granulométricos, se presenta una predominancia de los materiales de baja plasticidad con limos como el principal material, incluso, en algunos casos, se observa mayor presencia de materiales gruesogranulares.

La variación de estas propiedades índice según el aumento de la profundidad se puede visualizar en la Figura 8-2 y Figura 8-3, mientras que en la Figura 8-4 se puede observar la localización del material fino granular analizado dentro de la carta de plasticidad de Casagrande, la cual indica la naturaleza los materiales de baja plasticidad hallados.

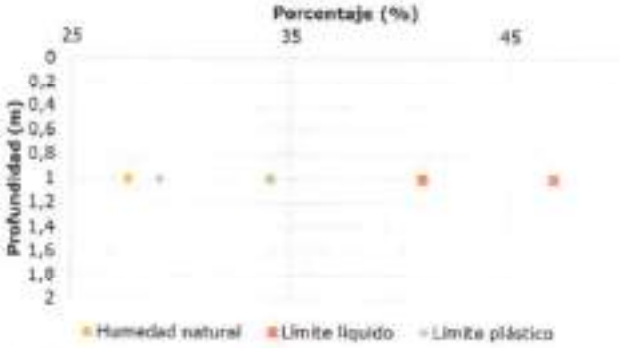


Figura 8-2. Variación de la humedad natural y de los límites de consistencia con la profundidad.
Fuente: DYCO S.A.S., 2025

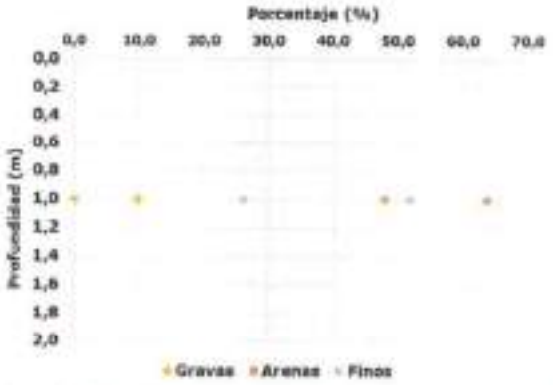


Figura 8-3. Variación de la granulometría con la profundidad.
Fuente: DYCO S.A.S., 2025

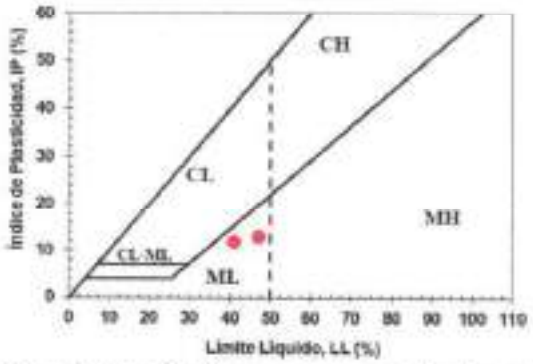


Figura 8-4. Ubicación del material fino granular analizado en la carta de Casagrande.
Fuente: DYCO S.A.S., 2025

A partir de estas propiedades índice se obtuvo otros indicadores que permiten profundizar y caracterizar el comportamiento de los suelos.

8.5. ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Una propiedad inherente de algunos materiales finogranulares es la capacidad para cambiar su volumen según se encuentren en presencia o ausencia de agua, ya que estos se contraen cuando pierden humedad y se expanden cuando la ganan. Los materiales analizados presentaron un porcentaje bajo de materiales fino granulares con plasticidad alta, sin embargo, el potencial de expansión puede ser evaluado por medio de método cualitativo propuesto por el Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10) en la Tabla H.9.1-1 (ver Tabla 8-4).

Tabla 8-4. Potencial de expansión basado en los límites de consistencia

Potencial de expansión	Límite líquido	Índice de plasticidad
Muy alto	>63	>32
Alto	50 - 63	23 - 45
Medio	39 - 50	12 - 34
Bajo	<39	<20

Fuente: NSR-10, Título H, 2010

8.6. ÍNDICE DE CONSISTENCIA

Ya que las muestras ensayadas presentaron un porcentaje importante de materiales finos, fue viable analizar la consistencia de estos a través de métodos cualitativos con base en la Ecuación 8-1, además, en la Tabla 8-5 se muestran los rangos de clasificación de los materiales según su consistencia.

$$I_C = \frac{LL - W}{IP}$$

Ecuación 8-1. Índice de consistencia

Tabla 8-5. Índice de consistencia de los suelos

Índice de consistencia	Consistencia
0,00 - 0,25	Muy blanda
0,25 - 0,50	Blanda
0,50 - 0,75	Media
0,75 - 1,00	Rígida
<0,00	Viscosa
=0,00	Límite líquido
=1,00	Límite plástico
>1,00	Rígida en estado semisólido

Fuente: Bowles, J.E., Foundation analysis and design, 1958

El resumen de estos análisis se puede observar en la Tabla 8-6 y su comportamiento según la profundidad en la Figura 8-5 y Figura 8-6.

Tabla 8-6. Propiedades de expansión y consistencia de los materiales

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	LL	IP	IC	Potencial de expansión	Consistencia
AP1	M1	1,00	47,0	13,00	1,49	Medio	Rígida
AP2	M1	1,00	41,0	12,00	0,58	Medio	Media

Fuente: DYCO S.A.S., 2025



Figura 8-5. Variación del índice de plasticidad con la profundidad.
Fuente: DYCO S.A.S., 2025

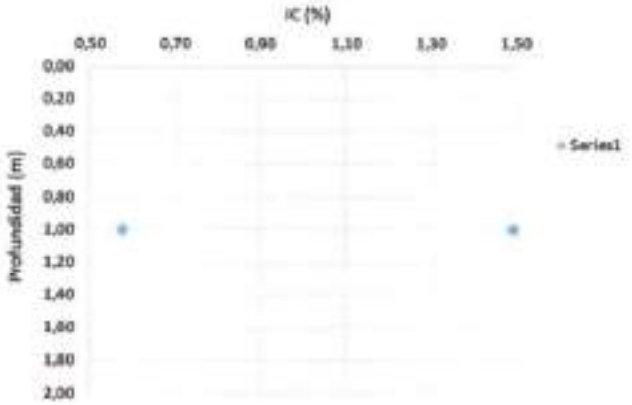


Figura 8-6. Variación del índice de consistencia con la profundidad.
Fuente: DYCO S.A.S., 2025

9. CONCLUSIONES

- Los ensayos de clasificación ejecutados en laboratorio indicaron condiciones favorables respecto al material existente, ya que no se encontró presencia de arcillas expansivas en la subrasante en ninguna de las zonas del corredor vial analizado.
- La región está compuesta principalmente por rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. Se destacan los batolitos como el Batolito Antioqueño, que contiene rocas como cuarzodiorita y granodiorita. Estas formaciones son indicativas de un pasado tectónico activo y de la presencia de minerales valiosos como el oro y esmeraldas en vetas y diques. La presencia de estas rocas duras y resistentes a la erosión ha dado lugar a un relieve accidentado con pendientes pronunciadas y valles profundos.
- La presencia de fallas significativas, como la falla Romeral, indica un entorno tectónicamente complejo. Esta falla se extiende a lo largo de la Cordillera Central, afectando la estabilidad de los suelos y la disposición de los recursos minerales en la región. Además, la presencia de diaclasas y fracturas en las rocas aumenta la susceptibilidad a la erosión y a los movimientos en masa.
- La erosión y sedimentación son procesos dominantes en la zona, con un notable impacto de las lluvias intensas que pueden desencadenar movimientos en masa. La identificación de áreas propensas a deslizamientos es crucial para la planificación de infraestructuras. Los procesos de meteorización física y química, como la hidrólisis y la oxidación, afectan la resistencia y estabilidad de las rocas, contribuyendo a la formación de suelos residuales.
- Se han identificado varias unidades geomorfológicas en El Peñol, incluyendo lomas denudadas y planicies aluviales. Estas formaciones son resultado de procesos de denudación y erosión que han moldeado el paisaje a lo largo del tiempo. Las lomas denudadas son el producto de la erosión diferencial de las rocas, mientras que las planicies aluviales se han formado por la acumulación de sedimentos transportados por los ríos y quebradas.

- La topografía presenta variaciones significativas, con pendientes que van de suaves a muy escarpadas. Las áreas con pendientes abruptas son especialmente vulnerables a la erosión y los deslizamientos, lo que requiere atención en la planificación de proyectos de construcción. Las pendientes pronunciadas también limitan el desarrollo de infraestructura y actividades agrícolas, ya que aumentan los riesgos de remoción en masa y erosión.
- La cobertura vegetal juega un papel crucial en la estabilidad del suelo. Las áreas desprovistas de vegetación son más susceptibles a la erosión, lo que incrementa el riesgo de movimientos en masa. Por lo tanto, la conservación de la vegetación es esencial para la mitigación de riesgos geológicos. La deforestación y los incendios forestales pueden acelerar los procesos erosivos y aumentar la vulnerabilidad de los suelos a los deslizamientos.

10. RECOMENDACIONES

10.1. EXCAVACIONES PARA MEJORAMIENTOS

Las excavaciones para mejoramientos se realizarán en los sectores autorizados por el supervisor, la geometría de estos, incluida la profundidad será la indicada por este estudio.

Se deberán ejecutar los trabajos de drenaje necesarios para el control y eliminación de aguas durante y después de los trabajos de construcción del mejoramiento, con el objetivo de evitar la saturación del suelo de fundación.

Las excavaciones para mejoramientos no deberán permanecer abiertas en épocas de lluvia.

La ejecución de mejoramientos por debajo de la profundidad sugerida, para reemplazar suelos saturados por lluvia debido a la falta de un adecuado drenaje o por abandono de los trabajos deberá realizarse de manera progresiva para garantizar su estabilidad, excavando cuñas con una profundidad máxima de 1,5 m en el frente de avance.

10.2. COMPACTACIÓN DEL MATERIAL DE REEMPLAZO DE LA SUBRASANTE

Se recomienda que se tomen por lo menos tres (3) muestras en cada unidad geológica – geotécnica homogénea para realizar ensayos de densidad en campo o en laboratorio. Los sititos para las mediciones se elegirán al azar.

Las densidades individuales deberán ser, como mínimo, el 95% de la máxima densidad obtenida en el ensayo proctor modificado.

La humedad de trabajo no debe variar en ± 2% respecto al contenido óptimo de humedad, establecido mediante el ensayo proctor modificado.

Siempre que sea necesario, se realizarán las correcciones por presencia de particulas gruesas, previamente al cálculo de los porcentajes de compactación.

La compactación deberá realizarse de manera controlada para evitar el aumento en la presión de poros del material que se está compactando, lo que podría originar inestabilidad en la capa o capas.

10.3. MANEJO DE AGUAS SUBSUPERFICIALES

Cuando se estén efectuando las excavaciones, se deberá tener cuidado para que no se presenten depresiones y hundimientos de material que afecten el normal escurrimiento de las aguas superficiales y hagan que estas se empocen en puntos localizados.

En los trabajos de excavación, no deben alterarse los cursos de aguas superficiales, para lo cual mediante obras hidráulicas como cunetas, alcantarillas y aliviaderos dispuestos a criterio se debe encauzar, reducir la velocidad del agua y disminuir la distancia que tiene que recorrer. Estas labores traerán beneficios en la conservación del medio ambiente y disminución en los costos de mantenimiento, así como evitará retrasos en la obra.

10.4. RELLENOS NO ESTRUCTURALES

Los rellenos que tengan lugar en el proyecto para conformación de las obras de urbanismo deberán conformarse con suelos tolerables de acuerdo con la norma INVIAS 2012 Capitulo 2-1 Tabla 220-1 y presentada en la Tabla 10-1.

Tabla 10-1. Requisito de los materiales para Terraplenes

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	SUELOS SELECCIONADOS	SUELOS ADECUADOS	SUELOS TOLERABLES
Partes del terraplén a las que se aplican		Todas	Todas	Cimiento y Núcleo
Tamaño máximo, mm	E-123	75	100	150
Porcentaje que pasa el tamiz de 2 mm (No. 10) en masa, máximo	E-123	80	80	-
Porcentaje que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200) en masa, máximo	E-123	25	35	35
Contenido de materia orgánica, máximo (%)	E-121	0	1.0	1.0
Límite líquido, máximo (%)	E-125	30	40	40
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-126	10	15	-
CBR de laboratorio, mínimo (%) (Nota 2)	E-148	10	5	3
Expansión en prueba CBR, máximo (%)	E-148	0.0	2.0	2.0
Índice de colapso, máximo (%) (Nota 3)	E-157	2.0	2.0	2.0
Contenido de sales Solubles, máximo (%)	E-158	0.2	0.2	-

Fuente: INVIAS, 2012.

10.4.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Antes de iniciar la construcción de los terraplenes, deben estar terminadas las labores de desmonte y limpieza, según se especifica en el artículo 200 del capítulo 2_1 de la norma INVIAS 2012.

Se debe excavar y retirar la capa vegetal y todo material inadecuado; también se debe implementar las medidas de drenaje definitivo indicadas en los documentos del proyecto y de drenaje provisional contempladas por el constructor en su método constructivo. Si las condiciones del sitio requieren medidas adicionales pará garantizar la estabilidad del terraplén, el interventor determinará los eventuales trabajos de descapote y retiro del material inadecuado, así como el drenaje del área base.

Cuando el terreno base esté satisfactoriamente limpio y drenado, se deberá escarificar, conformar y compactar, de acuerdo con las exigencias de compactación definidas en un 92% del Proctor modificado, en una profundidad de 15 cm, la cual se podrá reducir a 10cm cuando el terraplén se deba construir sobre un afirmado existente.

En las zonas de ensanche de terraplenes existentes o en la construcción de estos sobre terreno inclinado, el talud existente o el terreno natural se deberá cortar en forma escalonada, de acuerdo con los planos o instrucciones del diseñador, para asegurar la estabilidad del terraplén nuevo. Se considerará este procedimiento como obligatorio en pendientes transversales mayores de 20%.

Cuando lo señale el proyecto o lo ordene el interventor, la capa superficial del suelo existente que cumpla con lo señalado en la Tabla 10-1, se deberá mezclar con el material que se va a utilizar en el terraplén nuevo.

Si el terraplén hubiese de ser construido sobre turba o suelos blandos, se deberá asegurar la eliminación total o parcial de estos materiales; si lo anterior fuese impráctico, se deberá considerar su tratamiento previo y consolidación o la utilización de cualquier otro medio indicado en los documentos del proyecto o propuesto por el constructor y autorizado por el interventor, que permita mejorar la calidad del soporte, hasta que éste ofrezca la suficiente estabilidad para resistir los esfuerzos debido al peso del terraplén terminado. Si el proyecto lo considera, la superficie de apoyo se podrá preparar tendiendo directamente sobre el suelo blando, uno o varios geosinteticos, encima de los cuales se realizará de conformidad con las indicaciones del diseñador.

10.5. RELLENOS EN MUROS DE CONTENCIÓN Y SOBRE TALUDES TEMPORALES

Los rellenos detrás de los muros de contención que constituyen suelo base para placas de piso podrán realizarse con material común hasta 2 m antes de la rasante final, en donde deberá

disponerse base granular en capas de 20 cm cada una y compactadas al 92% de proctor modificado.

Si el relleno no es estructural, se puede realizar con material común, dispuesto en capas de 20 cm y compactado y/o amasado según su textura.

10.5.1. GEOMETRÍA DE LOS RELLENOS

Los rellenos podrán conformarse en alturas máximas de hasta 2 m, con taludes con pendientes 1,5H:1,0V.

10.6. TERRAPLENES

Antes de iniciar la construcción de los terraplenes, deben estar terminadas las labores de desmonte y limpieza, según se especifica en el artículo 200 del capitulo 2_1 de la norma INVIAS 2012.

Se debe excavar y retirar la capa vegetal y todo material inadecuado; también se debe implementar las medidas de drenaje definitivo indicadas en los documentos del proyecto y de drenaje provisional contempladas por el constructor en su método constructivo. Si las condiciones del sitio requieren medidas adicionales para garantizar la estabilidad del terraplén, el interventor determinará los eventuales trabajos de descapote y retiro del material inadecuado, así como el drenaje del área base.

Cuando el terreno base esté satisfactoriamente limpio y drenado, se deberá escarificar, conformar y compactar, de acuerdo con las exigencias de compactación definidas en un 92% del Proctor modificado, en una profundidad de 15 cm, la cual se podrá reducir a 10cm cuando el terraplén se deba construir sobre un afirmado existente.

En las zonas de ensanche de terraplenes existentes o en la construcción de estos sobre terreno inclinado, el talud existente o el terreno natural se deberá cortar en forma escalonada, de acuerdo con los planos o instrucciones del diseñador, para asegurar la estabilidad del

terraplén nuevo. Se considerará este procedimiento como obligatorio en pendientes transversales mayores de 20%.

Cuando lo señale el proyecto o lo ordene el interventor, la capa superficial del suelo existente que cumpla con lo señalado en la Tabla 10-2, se deberá mezclar con el material que se va a utilizar en el terraplén nuevo.

Si el terraplén hubiese de ser construido sobre turba o suelos blandos, se deberá asegurar la eliminación total o parcial de estos materiales; si lo anterior fuese impráctico, se deberá considerar su tratamiento previo y consolidación o la utilización de cualquier otro medio indicado en los documentos del proyecto o propuesto por el constructor y autorizado por el interventor, que permita mejorar la calidad del soporte, hasta que éste ofrezca la suficiente estabilidad para resistir los esfuerzos debido al peso del terraplén terminado. Si el proyecto lo considera, la superficie de apoyo se podrá preparar tendiendo directamente sobre el suelo blando, uno o varios geosintéticos, encima de los cuales se realizará de conformidad con las indicaciones del diseñador.

La construcción de terraplenes deberá realizarse con materiales que cumpla la especificación de suelos adecuados y seleccionados contenidos en la Tabla 10-2. El terreno base del terraplén deberá ser preparado de acuerdo con el capítulo de preparación del terreno descrito anteriormente.

Tabla 10-2. Requisito de los materiales para Terraplenes

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	SUELOS SELECCIONADOS	SUELOS ADECUADOS	SUELOS TOLERABLES
Partes del terraplén a las que se aplican		Todas	Todas	Cimiento y Núcleo
Tamaño máximo, mm	E-123	75	100	150
Porcentaje que pasa el tamiz de 2 mm (No. 10) en masa, máximo	E-123	80	80	-
Porcentaje que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200) en masa, máximo	E-123	25	35	35
Contenido de materia orgánica, máximo (%)	E-121	0	1.0	1.0
Límite líquido, máximo (%)	E-125	30	40	40
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-126	10	15	-
CBR de laboratorio, mínimo (%) (Nota 1)	E-148	10	5	3
Expansión en prueba CBR, máximo (%)	E-148	0.0	2.0	2.0
Índice de colapso, máximo (%) (Nota 2)	E-157	2.0	2.0	2.0
Contenido de sales Solubles, máximo (%)	E-158	0.2	0.2	-

Fuente: INVIAS, 2012.

La conformación del terraplén deberá realizarse en capas de máximo 20 cm de espesor, compactadas a un 95% del Proctor modificado en condiciones de humedad optima y densidad seca máxima.

En la base del terraplén, se debe emplear un geotextil de separación no tejido referencia NT-2500 a NT-700 de acuerdo con el diseño de vías y pavimentos definitivo del proyecto.

Los terraplenes deberán construirse en alturas máximas de 2m, con caras de taludes tendidos en pendientes 1,0:H:1,0V.

10.7. MANEJO DE AGUAS

10.7.1. SUB-DRENES DE ZANJA

Para evitar estos empozamientos en zonas planas, se deberá drenar el lote mediante la construcción de sub-drenes de acuerdo con las especificaciones contenidas en la Figura 10-1. Estos drenes, en principio, serán instalados en las zonas que necesitan ser drenadas y deberán constar con pendientes entre el 1 a 2%, descargando hacia cajas de desagües o colectores del proyecto.

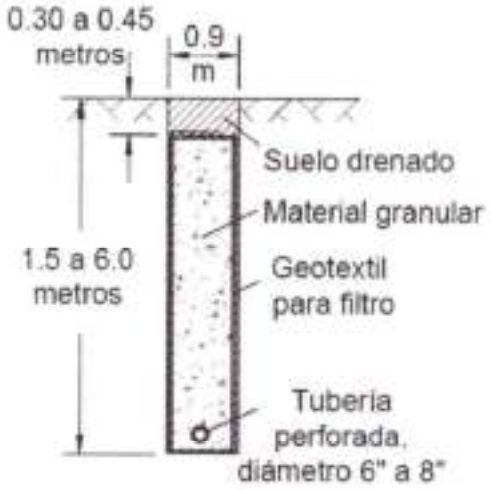


Figura 10-1. Sistema de drenes por debajo del piso.
Fuente: DYCO S.A.S., 2025.

10.7.2. SUB-DREN EN MUROS DE CONTENCIÓN

Los muros de contención que se construyan en el proyecto deberán constar con un sub-dren en la base de su trasdós, el cual consta de una tubería perforada embebida en un "tabaco" de material granular, envuelto por un manto o geotextil no tejido. El subdren tubular, a su vez, conecta con un geodren planar que se extiende desde la pata hasta el externo superior del muro de contención, en su cara anterior, tal como se ilustra en el esquema contenido en la Figura 10-2.

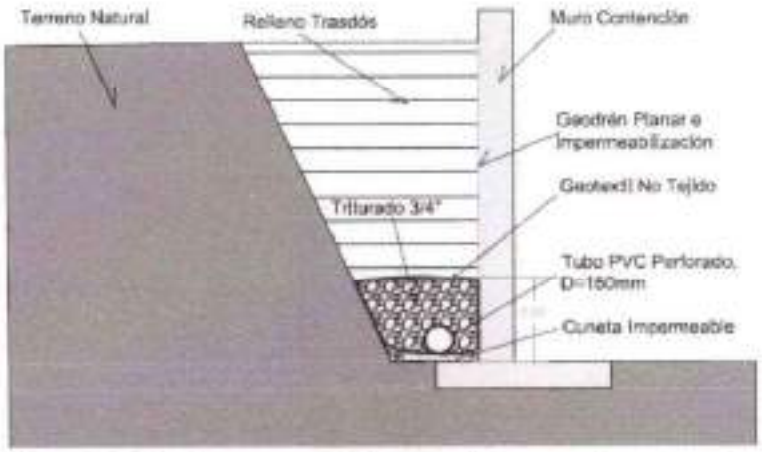


Figura 10-2. Esquema sub-dren trasdós muro de contención
Fuente: DYCO S.A.S., 2025.

10.7.3. DRENES PARA AGUAS SUPERFICIALES TIPO CUNETA

En la corona y en la pata de los taludes, y en las zonas que considere el proyecto, se podrá construir rondas de cunetas que intercepten y recojan las aguas de escorrentías que atraviesan el lote, con las especificaciones mínimas contenidas en el esquema de la Figura 10-3.

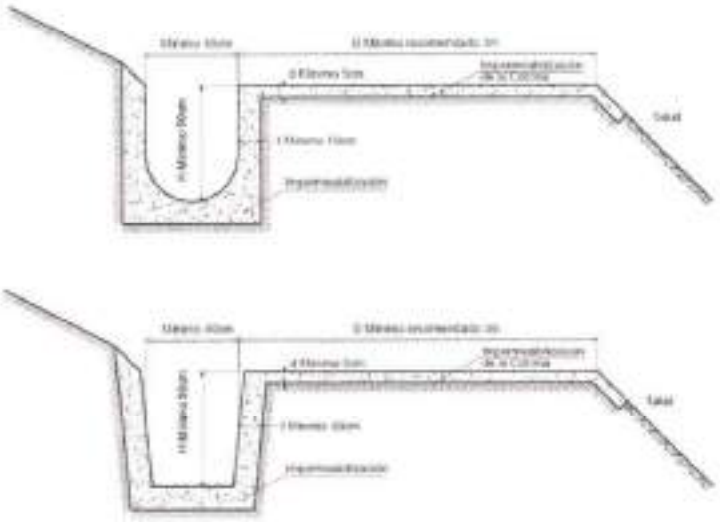


Figura 10-3. Detalle de zanjas de la corona para el control de las aguas superficiales en un talud
Fuente: DYCO S.A.S., 2025.

Todos los drenes y/o sub-drenes deberán descargar el agua recogida hacia las cajas de desagüe que se proyecten dentro del proyecto y nunca podrán descargarse de manera libre sobre el terreno.

10.7.4. SUB-DRENES DE PENETRACIÓN

En los taludes conformados con rellenos, se recomienda la construcción de drenes sub-horizontales en la cara del talud, localizados a 0.5m por encima de la pata, inclinados con una pendiente del 10% en contrapendiente y con longitud variable entre 6 y 20 m dentro del terreno según la necesidad de la obra (ver Figura 10-4). La construcción de estos drenes deberá cumplir con las especificaciones descritas en el articulo 674-13 de la norma INVIAS 2013.

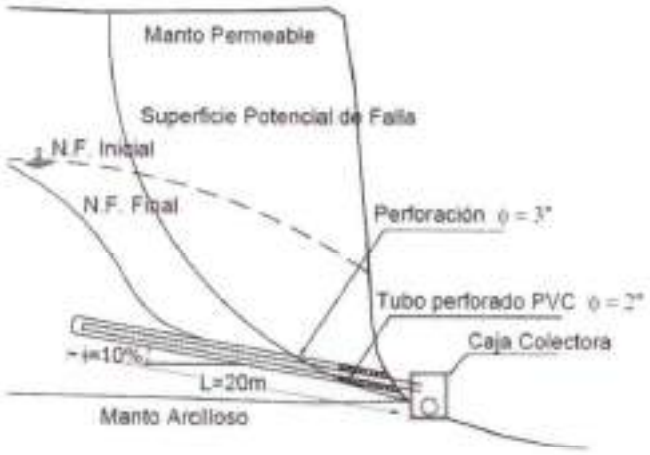


Figura 10-4. Esquema sub-dren de penetración en talud de lleno
Fuente: DYCO S.A.S., 2025.

11. MANTENIMIENTO

Esta etapa se presenta posterior a la construcción de la estructura de pavimento y se ejecuta desde la entrada en operación.

Cabe aclarar que, a la firma consultora que emitió este informe y desarrolló el diseño del pavimento no le corresponde ejecutar esta etapa ni acompañar la misma a pesar de que se emitan las recomendaciones y consideraciones para la llevarla a cabo. Dicha responsabilidad recaerá sobre el ejecutante del contrato de mantenimiento de la vía.

De manera general, se deberán llevar a cabo las correspondientes actividades de limpieza, conservación, reparación y reconstrucción de la estructura de pavimento que se requieran para mantener la calzada en buen estado y garantizar su correcto funcionamiento, primando la comodidad y seguridad del usuario.

De manera especifica, las intervenciones de mantenimiento pueden llegar a incluir actividades como limpiezas de rutina de bermas, derecho de vía, señalización vertical y horizontal, sistemas de manejo de aguas, además, en la estructura de pavimento se podría llegar a requerir acciones de sellado de juntas y fisuras y reparaciones superficiales o profundas de la losa de concreto.

Teniendo en cuenta que pueden ocurrir una gran diversidad de eventos aleatorios, se recomienda que la frecuencia de las intervenciones se encuentre supeditada a un proceso de observación del estado de la vía.

En cuanto al pavimento se puede presentar deterioro en todos los elementos que lo componen o presentarse irregularidades en algunos de ellos. Cada tipo de deterioro puede ser generado por una o más razones y las respectivas reparaciones se deben ejecutar buscando eliminar el factor que lo produce y que la estructura de pavimento recupere sus buenas condiciones iniciales de funcionalidad.

Las reparaciones menores deberán llevarse a cabo sin realizar un análisis engorroso sobre la problemática y/o posible solución, sin embargo, cuando las reparaciones involucren grandes áreas o se proyecte la utilización de una gran cantidad de recursos, se recomienda desarrollar un análisis detallado de la patología.

A continuación, se enlistarán dichos fenómenos y se presentarán recomendaciones sobre acciones correctivas.

11.1. DETERIORO EN JUNTAS

Se puede llegar identificar deficiencia en el sellado de estas, presentarse descantillado de los bordes de losa o desplazamientos que generen la separación entre módulos.

Previamente, se deberá identificar la magnitud del ancho de las juntas que presenten deficiencia en su sellado. A continuación, se presentan los rangos de ancho de las juntas y las características del material de sello.

- Juntas de hasta 12 mm, se deberán emplear productos de sellado que permitan una deformación entre el 20% y 30%. Los imprimantes y cordones de respaldo serán los adecuados y compatibles con el sellante.
- Juntas entre 12 mm y 20 mm, se deberán emplear productos de sellado termoplásticos, aplicados en caliente que permitan una deformación entre el 10% y 20%. Los imprimantes y cordones de respaldo serán los adecuados y compatibles con el sellante.
- Juntas y grietas entre 20 mm y 30 mm, se deberán emplear productos de sellado tipo masillas asfálticas, modificadas con polímero.
- Juntas y grietas con ancho superior a 30 mm, se deberán emplear mezclas de arena y emulsión asfáltica, con una dosis mínima del 18% de emulsión.

En todos los casos, se deberá ejecutar un proceso de limpieza en toda su longitud y profundidad, empleando hojas de sierra, herramientas manuales o cualquier equipo que se requiera para la remoción del anterior sello o cualquier impureza para posteriormente llevar a cabo la imprimación y el sellado.

11.2. DETERIORO EN LOSAS

Las losas pueden llegar a presentar deterioro en superficie o en su espesor total, dependiendo del fenómeno que se presente, se determinarán las acciones que deberán ser llevadas a cabo para la reparación.

Para el caso de deterioros superficiales, se deberá remover la porción afectada por medio de aserrado y cincelado, haciendo previamente un corte con sierra. Luego se procede con el vaciado, disposición, fraguado y curado del concreto de reemplazo.

Para reparaciones profundas o totales, se deberá aislar la porción afectada y luego izar dicho elemento con cargadores frontales o grúas, se realiza la respectiva limpieza del fondo y se procede con las actividades habituales de colocación de concretos.

12. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

12.1. GENERALES

Mientras existan requerimientos, claridades o insumos faltantes de diseño de geotecnia, geología u otras disciplinas, mencionadas en el informe o transmitidas vía correo electrónico o cualquier otro medio digital o físico al cliente o al delegado por él, el presente informe no podrá ser tomado como definitivo y deberá ser considerado como un borrador de un estudio de suelos preliminar, no avalado por esta oficina.

Este documento solo es válido con la presencia de las firmas y sello en relieve en hoja de portada y pie de firma al final del informe.

Antes de iniciar la construcción y durante la ejecución del proyecto, se debe vincular en todo momento al ingeniero geotecnista, con una participación mediante visitas técnicas, aprobaciones de fundaciones, aprobaciones de cortes y/o llenos, aprobaciones de aspectos y procedimientos constructivos que estén asociados al diseño geotécnico. Esta participación será levantada mediante actas de visita y/o correos electrónicos. El acompañamiento deberá cotizarse en su debido momento con esta oficina y ser solicitado de manera oportuna.

12.2. CIMENTACIONES Y CONTENCIONES

• El suelo en la base de las cimentaciones deberá ser aprobado por el ingeniero geotecnista que aparece en el pie de firma antes del vaciado de esta y deberá coincidir con el recomendado en el presente estudio de suelos. En caso de encontrarse diferencias a las hipótesis de diseño aquí planteadas, se deberá suspender la construcción de las fundaciones y se deberá informar inmediatamente a esta oficina para hacer las revisiones o ajustes respectivos.

• No atender las recomendaciones de instrumentación y control contenidas en el estudio, exime de responsabilidad a esta oficina frente a la ocurrencia de eventos adversos.

• Es posible que el perfil de suelos presente variaciones estratigráficas con relación a las descritas en el presente informe debido a la naturaleza heterogénea propia de los suelos, razón por la cual, en caso de presentarse el estrato portante a una profundidad superior, se deberá alcanzar el mismo para cimentar la fundación diseñada sin que esto represente errores u omisiones en el informe geotécnico.

• Es posible que el perfil de suelos presente variaciones estratigráficas con relación a las descritas en el presente informe debido a la naturaleza heterogénea propia de los suelos, razón por la cual, en caso de presentarse comportamientos no previstos en estabilidad de taludes y contenciones, se deberá informar de manera oportuna a esta oficina para realizar los ajustes pertinentes sin que eso represente errores u omisiones en el informe geotécnico.

• Es posible que el perfil de suelos presente variaciones estratigráficas con relación a las descritas en el presente informe debido a la naturaleza heterogénea propia de los suelos, razón por la cual, en caso de presentarse comportamientos no previstos en términos de deformaciones en excavaciones y asentamientos en la estructura, se deberá informar de manera oportuna a esta oficina para realizar los ajustes pertinentes sin que eso represente errores u omisiones en el informe geotécnico.

13. BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA AIS. (2010). Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10.

AASTHO (2012). Design Specifications. Customary U.S.

BUDHU, M. (2010). Soil mechanics and foundations, 3th Edition. John Wiley & sons, Inc.2010.

DAS, B. M. (2011). Principles of foundations engineering, 7th Edition. Cenage Learning, Inc.2011.

BOWLES, J. E. (1997). Foundation Analisys and Desing, 5th Edition. McGraw-Hill Companies, Inc.1997.

DAS, B. M. Principios de Ingenieria de Cimentaciones. CENGAGE Learning, 7ª Ed, USA, 2011.

GONZÁLEZ, A. J. (1999). Estimativos de parámetros efectivos de resistencia con el SPT. X jornadas Geotécnicas de la Ingeniería Colombiana.

INVIAS (2008) Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.

Carlos Mario Henao Yepes
Ingeniero civil, Especialista en ingenieria – geotecnia
MP: 05202-375570 ANT

Laboratorio de Geotecnia
Cr. 81A 47-73, Medellín, Colombia
Tel: +57(4) 590 1934 / 315 467 9935
gerencia@lab3axial.com
www.lab3axial.com

CLASIFICACIÓN: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D6913, D1140, D4318)

Proyecto: Pavimentación vía urbana Carrera 23cEl
Localización: Peñol, Antioquia
Cliente: Dyco Diseño y Consultoría S.A.S.
Descripción: Limo arenoso de baja plasticidad (café)

Perforación: AP1
Muestra: M1
Prof. (m): 0.75

Equipos, Métodos y Preparación de muestra	
Tamices granulometría:	Juego estándar según ASTM D6913
Equipo Límite Líquido:	Cazuela manual, ranurador metálico
Equipo Límite Plástico:	Enrollado manual
Granulometría:	Método A (ASTM D6913)
Tipo de muestra:	Bolsa
Método de selección:	Muestra completa
Pulverización:	Manual
Tipo de agua (Límites):	Agua potable

Registro Fotográfico



Lavado Sobre Tamiz No. 200	
Tiempo de remojo en agua (hr) =	2
Masa suelo seco antes de lavado (g) =	120.65
Masa suelo seco después de lavado (g) =	58.47
Masa de los finos (g) =	62.18
Porcentaje de finos (%) =	51.5

Contenido Natural de Agua*

Tara No.	78	184	187
Masa tara (g)	6.55	5.46	6.06
Masa suelo húmedo + tara (g)	18.61	17.17	18.60
Masa suelo seco + tara (g)	16.01	14.59	15.93
Contenido de agua promedio (%) =	27.6		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Tamiz No.	Tamaño (mm)	Retenido (g)	Retenido (%)	Pasa (%)
3"	75	0.00	0.0	100
2"	50	0.00	0.0	100
1½"	37.5	0.00	0.0	100
1"	25	0.00	0.0	100
3/4"	19	0.00	0.0	100
3/8"	9.5	0.00	0.0	100
No. 4	4.75	0.26	0.2	100
No. 10	2	5.28	4.4	95
No. 20	0.85	9.95	8.2	87
No. 40	0.425	21.41	17.7	69
No. 60	0.25	12.27	10.2	59
No. 100	0.15	5.87	4.9	54
No. 140	0.106	1.49	1.2	53
No. 200	0.075	1.63	1.4	51.8
Fondo	0	0.32	0.27	

Resultados Gradación
GRAVA (%) = 0.2
ARENA (%) = 48.0
FINOS (%) = 51.8
ERROR (%) = 0.0

Diámetros Efectivos
D_{10} (mm) = N/A
D_{30} (mm) = N/A
D_{60} (mm) = 0.28

Coeficiente de Uniformidad
Cu = N/A
Coeficiente de Curvatura
Cc = N/A

LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido, LL = 47			
Tara No.	134	216	175
Masa tara (g)	5.66	6.23	7.59
Masa suelo húmedo + tara (g)	15.24	16.75	17.24
Masa suelo seco + tara (g)	12.33	13.41	14.01
Contenido de agua (%)	43.63	46.52	50.31
Número de Golpes	37	27	16

Límite Plástico, LP = 34			
Tara No.	190	278	262
Masa tara (g)	6.60	5.92	6.54
Masa suelo húmedo + tara (g)	17.19	16.33	17.15
Masa suelo seco + tara (g)	14.52	13.68	14.48
Contenido de agua (%)	33.71	34.15	33.63

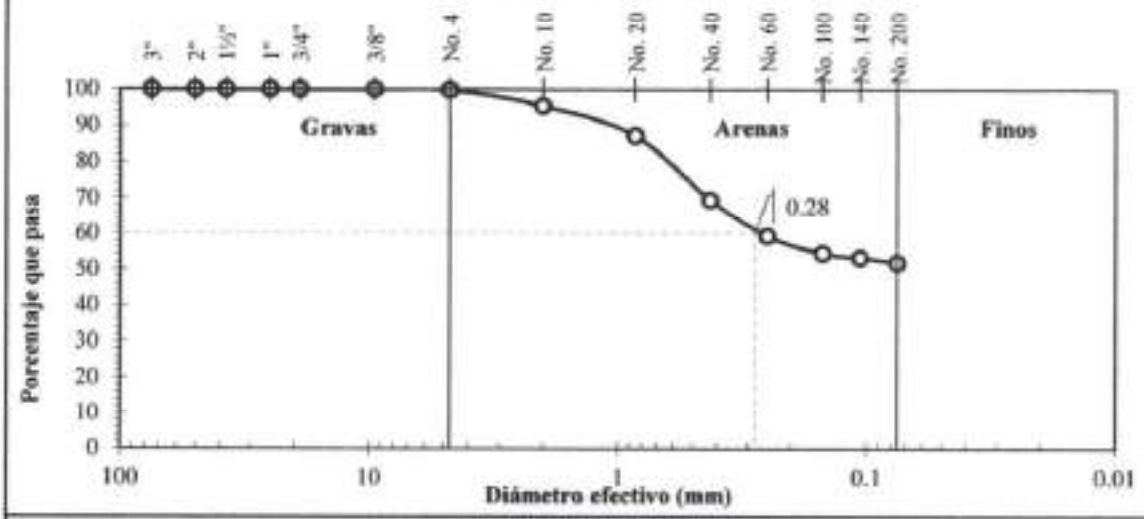
*Se determina en el estado entregado al laboratorio

Clasificación U.S.C.S.	ML

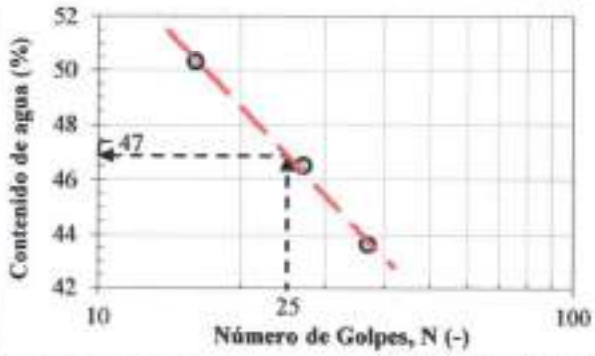
Ejecutó: AKAS
Revisó: Diego I. Galeano-Parra, MSc.

Laboratorio de Geotecnia
Cr. 81A 47-73, Medellín, Colombia
Tel: +57(4) 590 1934 / 315 467 9935
gerencia@lab3axial.com
www.lab3axial.com

Curva Granulométrica



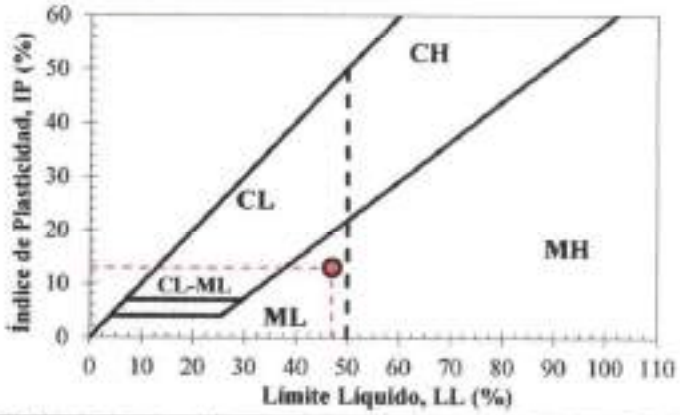
Curva de Flujo (Limite Liquido)



Regresión Lineal
Pendiente = -7.90
Intercepto = 72.31
Coef. de determinación, R^2 = 0.996
Limite Liquido, LL = 47

Carta de Plasticidad (Fracción Fina)

Limite Liquido, LL = 47
Limite Plástico, LP = 34
Índice de Plasticidad, IP = 13



Notas y Comentarios:

Laboratorio de Geotecnia
Cr. 81A 47-73, Medellín, Colombia
Tel: +57(4) 590 1934 / 315 467 9935
gerencia@lab3axial.com
www.lab3axial.com

CLASIFICACIÓN: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D6913, D1140, D4318)

Proyecto: Pavimentación vía Horizontes
Localización: El Peñol, Antioquia
Cliente: Dyco Diseño y Consultoría S.A.S.
Descripción: Arena limosa (gris)

Perforación: AP2
Muestra: M1
Prof. (m): 0.75

Equipos, Métodos y Preparación de muestra	
Tamices granulometría:	Juego estándar según ASTM D6913
Equipo Límite Líquido:	Cazuela manual, ranurador metálico
Equipo Límite Plástico:	Enrollado manual
Granulometría:	Método A (ASTM D6913)
Tipo de muestra:	Bolsa
Método de selección:	Muestra completa
Pulverización:	Manual
Tipo de agua (Límites):	Agua potable

Registro Fotográfico



Lavado Sobre Tamiz No. 200	
Tiempo de remojo en agua (hr) =	2
Masa suelo seco antes de lavado (g) =	120.97
Masa suelo seco después de lavado (g) =	89.94
Masa de los finos (g) =	31.03
Porcentaje de finos (%) =	25.7

Contenido Natural de Agua*

Tara No.	50	36	210
Masa tara (g)	5.73	6.09	6.18
Masa suelo húmedo + tara (g)	18.33	18.77	18.70
Masa suelo seco + tara (g)	15.14	15.52	15.53
Contenido de agua promedio (%) =	34.1		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Tamiz No.	Tamaño (mm)	Retenido (g)	Retenido (%)	Pasa (%)
3"	75	0.00	0.0	100
2"	50	0.00	0.0	100
1½"	37.5	0.00	0.0	100
1"	25	0.00	0.0	100
3/4"	19	0.00	0.0	100
3/8"	9.5	1.34	1.1	99
No. 4	4.75	10.75	8.9	90
No. 10	2	8.11	6.7	83
No. 20	0.85	24.93	20.6	63
No. 40	0.425	28.85	23.8	39
No. 60	0.25	8.41	7.0	32
No. 100	0.15	3.29	2.7	29
No. 140	0.106	1.30	1.1	28
No. 200	0.075	2.30	1.9	26.2
Fondo	0	0.67	0.55	

Resultados Gradación
GRAVA (%) = 10.0
ARENA (%) = 63.8
FINOS (%) = 26.2
ERROR (%) = 0.0

Diámetros Efectivos
D_{10} (mm) = N/A
D_{30} (mm) = 0.20
D_{60} (mm) = 0.80

Coeficiente de Uniformidad
Cu = N/A
Coeficiente de Curvatura
Cc = N/A

LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido, LL = 41			
Tara No.	240	127	250
Masa tara (g)	4.29	5.90	6.52
Masa suelo húmedo + tara (g)	14.37	16.05	16.36
Masa suelo seco + tara (g)	11.63	13.12	13.31
Contenido de agua (%)	37.33	40.58	44.92
Número de Golpes	38	26	15

Límite Plástico, LP = 29			
Tara No.	259	161	276
Masa tara (g)	6.47	5.93	6.01
Masa suelo húmedo + tara (g)	18.27	17.24	16.29
Masa suelo seco + tara (g)	15.56	14.70	13.95
Contenido de agua (%)	29.81	28.96	29.47

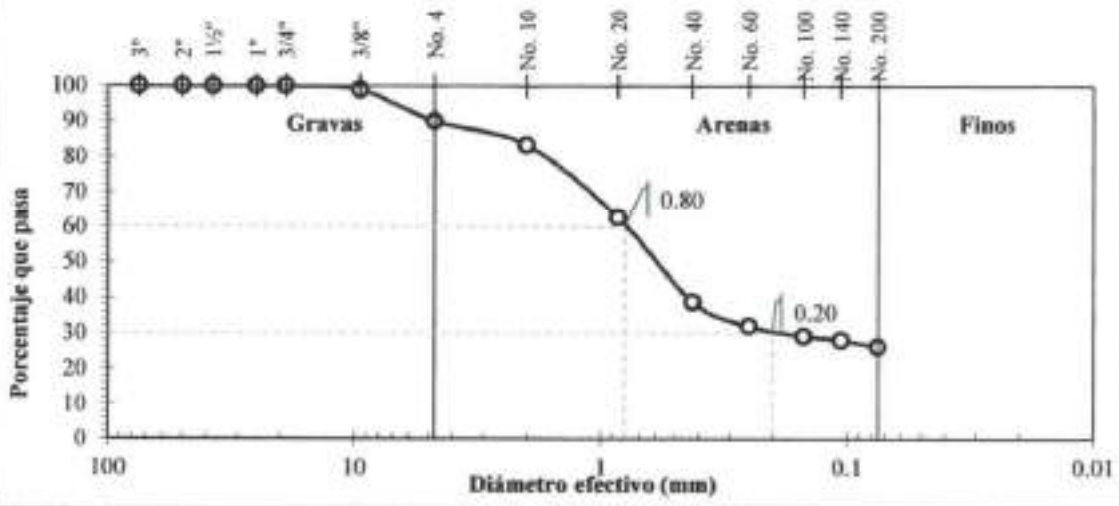
*Se determina en el estado entregado al laboratorio

Clasificación U.S.C.S.	SM

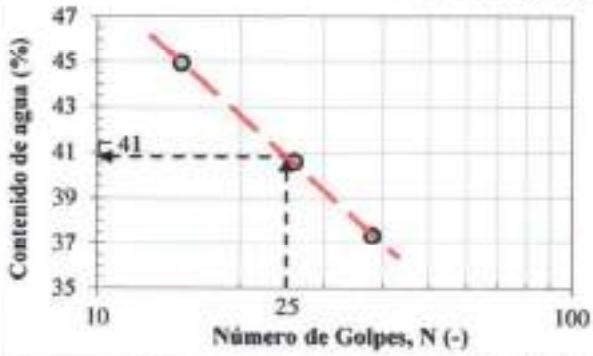
Ejecutó: AKAS
Revisó: Diego I. Galeano-Parra, MSc.

Laboratorio de Geotecnia
Cr. 81A 47-73, Medellín, Colombia
Tel: +57(4) 590 1934 / 315 467 9935
gerencia@lab3axial.com
www.lab3axial.com

Curva Granulométrica



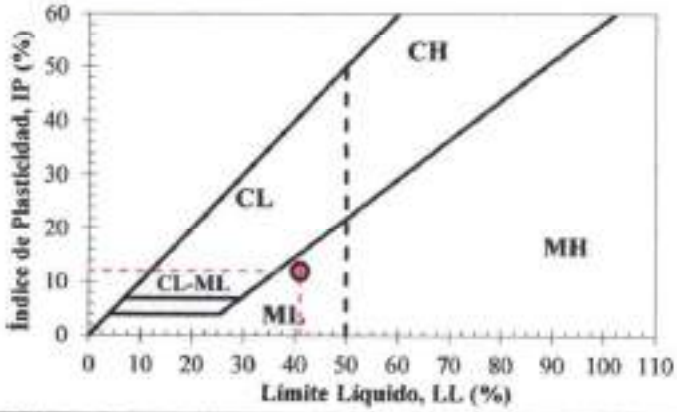
Curva de Flujo (Limite Liquido)



Regresión Lineal
Pendiente = -8.14
Intercepto = 67.02
Coef. de determinación, R^2 = 0.999
Limite Liquido, LL = 41

Carta de Plasticidad (Fracción Fina)

Limite Liquido, LL = 41
Limite Plástico, LP = 29
Índice de Plasticidad, IP = 12



Notas y Comentarios:

REPÚBLICA DE COLOMBIA

COPNIA

Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Matrícula Profesional No.
05202-375570 ANT
Fecha de Expedición: **06/12/2017**

Nombre:
CARLOS MARIO
HENAO YEPES

Identificación:
C.C. 1037625504

Profesión:
INGENIERO CIVIL

Institución:
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



Este es un documento público expedido en virtud de la Ley 842 de 2003, que autoriza al titular a ejercer como Ingeniero en el Territorio Nacional.

DIRECTOR GENERAL

PRESIDENTE DEL CONSEJO

En caso de extravío debe ser remitida al COPNIA. Calle 78 No. 9-57 primer piso
Línea Nacional: 01 8000 116590

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

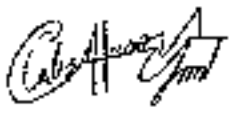
ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL

Yo, **Carlos Mario Henao Yepes,** Ingeniero Civil con Matricula Profesional No. **05202 - 375570 ANT**, con experiencia certificada en el ejercicio profesional, debidamente registrado en el **CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA**, por medio del presente documento declaro que asumo toda responsabilidad del diseño de estudios del volumen de suelos del proyecto: **ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL**, por los perjuicios que a causa de ellos puedan deducirse, siempre y cuando se cumplan las recomendaciones y especificaciones dadas en el VOLUMEN DE ESTUDIOS de suelos y exonero a la administración municipal de El Peñol, departamento de Antioquia; Gobernación de Antioquia; Ministerio de Transporte e INVIAS por los daños y perjuicios que de este volumen pudieran derivarse.

Volumen de Estudios de suelos elaborado de acuerdo con los requerimientos normativos requeridos por el **MINISTERIO DE TRANSPORTE.**

Para constancia de lo anterior se firma en la ciudad de Medellín a los 26 dias del mes de mayo del año 2025.

Atentamente,



Carlos Mario Henao Yepes

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2025-3635913

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que CARLOS MARIO HENAO YEPES, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1037625504, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 05202-375570 desde el 06 de Diciembre de 2017, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 1789.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los veintisiete (27) días del mes de Mayo del año dos mil veinticinco (2025).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL

ESTUDIO GEOLÓGICO

2025

HOJA DE CONTROL DE DOCUMENTO			
Nombre del documento:	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL		
Código del documento:	DYCO-PEÑO-003-01-GEOL-INF-001		
Versión: V1		**Fecha de la versión:**	**11-04-2025**

ELABORACIÓN, REVISIÓN, VERIFICACIÓN Y APROBACIÓN			
Actividad	**Fecha**	**Nombre del ejecutor**	**Firma**
Elaboración	09/03/2025	Duvan Munevar	Duvan Munevar T.
Aprobó	11/04/2025	Juan Camilo Ríos	

DISTRIBUCIÓN		
Persona a quien se envía	**Cargo**	**Organización**

CONTROL DE VERSIONES		
Versión	**Fecha**	**Naturaleza del cambio realizado con respecto a la versión anterior**

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 1

2. OBJETIVOS Y ALCANCE 2

2.1. OBJETIVO 2

2.2. ALCANCE 2

3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO 4

4. TRABAJOS DE CAMPO 6

5. EFECTOS SÍSMICOS LOCALES NSR-10 8

6. GEOLOGÍA REGIONAL 13

6.1. DEPÓSITOS ALUVIALES (Q2AL) 13

6.2. BATOLITO ANTIOQUEÑO (Q2TA Y Q2MG) 15

6.3. COMPLEJO EL RETIRO, ANFIBOLITAS DE MEDELLÍN (PRAM) 17

7. GEOMORFOLOGÍA REGIONAL 25

7.1. LOMERÍOS DISECTADOS (DLDI): 25

7.2. LOMERÍOS MUY DISECTADOS (DLMD): 26

7.3. LOMERÍOS POCO DISECTADOS (DLPD): 26

7.4. PLANICIE ALUVIAL CONFINADA (FPAC) 27

7.5. EMBALSES (AEMB) 27

8. CONCLUSIONES 29

9. RECOMENDACIONES 31

9.1. EXCAVACIONES PARA MEJORAMIENTOS 31

9.2. COMPACTACIÓN DEL MATERIAL DE REEMPLAZO DE LA SUBRASANTE 31
9.3. MANEJO DE AGUAS SUBSUPERFICIALES 32
9.4. RELLENOS NO ESTRUCTURALES 32
9.4.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO 33
9.5. RELLENOS EN MUROS DE CONTENCIÓN Y SOBRE TALUDES TEMPORALES 34
9.5.1. GEOMETRÍA DE LOS RELLENOS 35
9.6. TERRAPLENES 35
9.7. MANEJO DE AGUAS 38
9.7.1. SUB-DRENES DE ZANJA 38
9.7.2. SUB-DREN EN MUROS DE CONTENCIÓN 38
9.7.3. DRENES PARA AGUAS SUPERFICIALES TIPO CUNETA 39
9.7.4. SUB-DRENES DE PENETRACIÓN 40
10. MANTENIMIENTO 41
10.1. DETERIORO EN JUNTAS 42
10.2. DETERIORO EN LOSAS 43
11. LIMITACIONES DEL ESTUDIO 44
11.1. GENERALES 44
11.2. CIMENTACIONES Y CONTENCIONES 44
12. BIBLIOGRAFÍA 46



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Ubicación local zona de estudio 1

Figura 4-1. Ubicación general exploración en campo 7

Figura 5-1. Espectro elástico de aceleraciones de diseño como fracción de g. 9

Figura 5-2. Extracto literal A.2.5.1 titulo A norma NSR-10 11

Figura 5-3. Espectro elástico de aceleraciones de diseño como fracción de g. para el municipio de El Peñol. 12

Figura 6-1. Mapa geológico plancha 147, Medellín Oriental 13

Figura 7-1. Plancha 147, Mapa Geomorfológico Medellín Oriental 25

Figura 9-1. Sistema de drenes por debajo del piso. 38

Figura 9-2. Esquema sub-dren trasdós muro de contención 39

Figura 9-3. Detalle de zanjas de la corona para el control de las aguas superficiales en un talud 39

Figura 9-4. Esquema sub-dren de penetración en talud de lleno 40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1. Características de los sondeos ejecutados 7

Tabla 5-1. Clasificación de los perfiles de suelos 8

Tabla 5-2. Valores del Coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro 10

Tabla 5-3. Valores del coeficiente de importancia, I 11

Tabla 5-4. Valores de KST/a_{max} mínimos para análisis seudoestático de taludes. 12

Tabla 9-1. Requisito de los materiales para Terraplenes 33

Tabla 9-2. Requisito de los materiales para Terraplenes 37



1. INTRODUCCIÓN

El presente informe contiene el estudio geológico para el diseño de pavimento en pavimento flexible del proyecto ubicado en la Carrera 23C y vía del Parque Agro-Empresarial del municipio de El Peñol, en el departamento de Antioquia, dicho proyecto comprende aproximadamente 150 m de conexión vial (90 m y 60 m respectivamente) y se encuentra en el costado norte del casco urbano del municipio (ver Figura 1-1).



Figura 1-1. Ubicación local zona de estudio
Fuente: Google Earth, 2025.

El proyecto se desarrolló dentro del marco normativo del *Instituto Nacional de Vías* (INVIAS) y la AASHTO-93.

2. OBJETIVOS Y ALCANCE

2.1. OBJETIVO

Definir la estructura de pavimento del proyecto con base en:

i) Las características geomecánicas de la subrasante o de la estructura vial existente
ii) El número de repeticiones esperadas de ejes equivalentes.
iii) Las condiciones generales de la zona analizada.

Permitir identificar, analizar y evaluar mediante guías, ensayos y metodologías, los requerimientos necesarios para determinar los diseños para estructuras de pavimentos nuevos, como en este caso.

2.2. ALCANCE

- Identificar y caracterizar mediante técnicas de exploración y muestreo los materiales que conforman la subrasante en toda la longitud del proyecto.

- Realizar la exploración del subsuelo, según lo contenido en la norma INVIAS para diseño de pavimento flexible, NSR – 10 y CCP-14 o la normatividad vigente aplicable, cada sitio inestable o en las zonas que el geotecnista considere conveniente, las cuales deben alcanzar profundidades tales que permitan precisar la posición de superficies de falla, o espesores de las capas de suelos involucradas en los movimientos, los materiales presentes y posición de niveles de roca o suelos competente, la localización de los niveles freáticos y datos necesarios para el cálculo de la socavación, y determinar propiedades geo-mecánicas de los suelos que se utilizaran para el estudio geotécnico.

- Determinar y caracterizar mediante ensayos de laboratorio las propiedades físicas y mecánicas más importantes de los suelos representativos de la subrasante y homogenizar mediante los resultados de CBR, sectores para el diseño de la estructura del pavimento.

- Caracterizar geotécnicamente los materiales de obra, que componen la estructura de pavimento, en especial materiales de rodadura y de capas granulares, estabilizadas, según el caso.

- Definir los espesores y materiales más apropiados que pueden ser colocados de acuerdo con las condiciones del proyecto y que constituirán la estructura de pavimento; así como las zonas de extracción y sitios para disposición de materiales sobrantes de los materiales durante la construcción.

- Diseñar una estructura que sea cómoda, funcional, segura, económica y que cumpla técnicamente con la normativa vigente.

- Presentar recomendaciones técnicas, en especial en el proceso constructivo que contribuyan durante el proceso de obra para mitigar inadecuadas interpretaciones del diseño o inadecuadas prácticas de ingeniería que disminuyen la vida útil del pavimento.

3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

Para llevar a cabo este estudio, se ha planificado un riguroso proceso de análisis que comprende diversas etapas, cada una de las cuales es fundamental para obtener una caracterización precisa del terreno. Estas etapas incluyen:

- Visita al proyecto y sus alrededores por parte de los profesionales en geología y geotecnia para determinar rasgos geomorfológicos y características con el objetivo de establecer preliminarmente las particularidades del tramo estudiado.

- Recopilación de información secundaria, como la ubicación del proyecto dentro del mapa Geológico y Geomorfológico de la plancha 147 Medellín Oriental, del Servicio Geológico Colombiano, 1975.

- Ejecución de sondeos exploratorios manuales y toma de muestras alteradas para la caracterización visual del suelo y determinación de propiedades índices y clasificación (enmarcados en la norma ASTM D 1586-11). Alcanzando las profundidades bastas y suficientes para la caracterización físico – mecánica del subsuelo por debajo del nivel de rasante proyectado

- Estimación de la posición del nivel freático en la zona de influencia del desarrollo del proyecto.

- Desarrollo de programa de ensayos de laboratorio para la caracterización física y mecánica de los materiales recuperados.

- Ejecución de ensayos *in* situ, como el ensayo PDC (penetrómetro dinámico de cono) para estimar la resistencia al corte de los materiales que conforman la subrasante y determinar su idoneidad para ejercer como base o subbase.

- Estimación de la capacidad de carga de la subrasante mediante el ensayo del California Bearing Ratio (CBR), ejecutado sobre muestras representativas recuperadas cada 250 m a lo largo del tramo diseñado o, en su defecto, estimar este parámetro con base en los resultados del ensayo PDC.

- En caso de que los resultados del ensayo CBR no sean satisfactorios, es decir, si los valores del CBR se encontrasen por debajo del 3%, se procederá con el diseño de un material de reemplazo idóneo para la subrasante mediante el método de la deflexión máxima, desarrollado por Ivanov (1973), el cual consiste en estimar la capacidad y espesor de la capa necesarios de dicho material para soportar las cargas que representará la implementación de la placa huella.

- Estimación de parámetros efectivos de resistencia a partir de información e investigaciones disponibles para materiales similares.

- Estimación de módulos elásticos a partir de las correlaciones para los valores de CBR obtenidos.

- Elaboración del perfil del subsuelo y posterior integración al modelo de cálculo para el estudio con base en los resultados de los ensayos de campo y laboratorio.

- Recomendaciones para obras de estabilización de taludes y obras complementarias.

4. TRABAJOS DE CAMPO

La campaña de exploración, siguiendo las recomendaciones del INVIAS para el diseño de pavimentos flexibles, deberá hacerse cada 250,0 m con una profundidad mínima de 1,5 m. El objetivo primordial de dicha campaña exploratoria fue proporcionar el conocimiento sobre el subsuelo hasta la profundidad auscultada y caracterizar física y mecánicamente los materiales que conformarán la subrasante además de estimar si la ubicación del nivel freático se encuentra dentro de esta profundidad explorada.

Para esta campaña, se llevaron a cabo sondeos exploratorios manuales, los cuales constaron de apiques o calicatas con dimensiones mínimas de 1,0 m X 1,0 m X 1,5 m, de los cuales se extrajeron muestras alteradas con el objetivo de realizar ensayos de clasificación de estos materiales para obtener sus propiedades índice, como la humedad natural, distribución granulométrica e índices de consistencia de la porción fina. Se consideró que con esta densidad de sondeos se cubre de manera amplia y basta el corredor vial y la zona de estudio en general.

Posteriormente, se ejecutaron ensayos en sitio de resistencia al esfuerzo cortante, mediante el equipo PDC (Penetrómetro Dinámico de Cono) (INV-172), además, se llevó a cabo un programa de laboratorio, dentro del cual se contemplaron distintos ensayos que permitieran principalmente la caracterización física de los materiales recuperados, es decir, ensayos de clasificación de los materiales, como la medida del contenido de agua o humedad natural (INV-122), límites de consistencia (INV-125), análisis granulométrico con lavado sobre el tamiz 200 (INV-123).

En la Tabla 4-1 se encuentra la ubicación, altura y profundidad de los sondeos ejecutados. Estas coordenadas fueron tomadas mediante un GPS marca Garmin referencia E-TREX, el cual posee un margen de error de 5,0 m. Además, en la Figura 4-1 se puede observar la distribución en planta de los sondeos exploratorios realizados dentro del corredor vial.

Tabla 4-1. Características de los sondeos ejecutados

Sondeo	Profundidad (m)	Coordenadas globales WGS-84			
		Latitud	Longitud	Altura (m s.n.m.)	Abscisa
AP1-PDC1	1,5	6°13'21.30"N	75°14'44.33"O	1.963	km 0+045
PDC2	-	6°13'20.29"N	75°14'45.04"O	1.965	km 0+090
PDC3	-	6°13'22.42"N	75°14'43.49"O	1.958	km 0+000
AP2-PDC4	1,5	6°13'25.72"N	75°14'43.10"O	1.963	km 0+030

Fuente: DYCO S.A.S., 2025



Figura 4-1. Ubicación general exploración en campo
Fuente: DYCO S.A.S., 2025.

5. EFECTOS SÍSMICOS LOCALES NSR-10

Se realizó la caracterización del tipo de perfil de suelos a partir de los resultados del ensayo SPT, en este caso, siendo necesario emplear el número promedio de golpes ($\bar{N}$), de acuerdo con lo establecido en el titulo A de la norma NSR-10 (ver Tabla 5-1).

Tabla 5-1. Clasificación de los perfiles de suelos

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{V}s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\bar{V}s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante	760 m/s > $\bar{V}s \geq 360$ m/s
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda que cumpla con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$ $\bar{S}_u \geq 100$ kPa (= 1,00 kgf/cm2)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante	360 m/s > $\bar{V}s \geq 180$ m/s
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$ 100 kPa (= 1,00 kgf/cm2) > $\bar{S}_u \geq 50$ kPa (= 0,50 kgf/cm2)
E	Perfil que cumpla con el criterio de velocidad de la onda de cortante	180 m/s > $\bar{V}_s$
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w ≥ 40% 50 kPa (= 0,50 kgf/cm²) > $\bar{S}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: * F1 - Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. * F2 - Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3,0 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). * F3 - Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7,5 m con índice de plasticidad IP > 75). * F4 - Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36,0 m)	

Fuente: NSR-10, Título A, 2010

Con base en los resultados de ensayos SPT ejecutados en la zona, se tiene un N_{SPT} promedio infeerior a los 50 golpes, por lo tanto, se estima un suelo con perfil tipo D.

Para los análisis seudo-estáticos, se emplean las recomendaciones dadas en el numeral H.5.2.5 de la NSR-10, en donde se especifica el coeficiente de diseño para análisis seudo-estáticos de taludes (KST) en función de la aceleración máxima del terreno (a_{max}), calculada en función de la aceleración pico efectiva (a_a), del factor de amplificación (F_a) y del coeficiente de importancia (I), así:

$$a_{max} = a_a * F_a * I$$

Ecuación 5-1 aceleración pico del terreno (NSR-10, Título A, literal A.2.6.1.1)

Este valor de a_{max} se extrae como la aceleración inicial o aceleración en el periodo cero del espectro de aceleraciones cuya construcción se indica en el capítulo A.2.6.1.2 del Título A de la norma NSR-10, y señalado en la Figura 5-1.

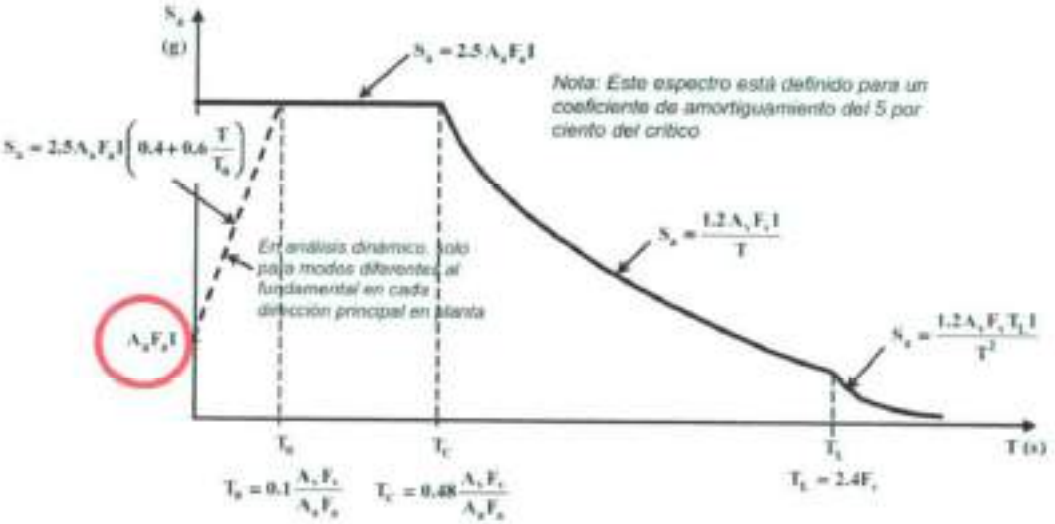


Figura 5-1. Espectro elástico de aceleraciones de diseño como fracción de g.
Fuente: NSR-10, Título A, 2010.

La microzonificación sísmica incluida en el título A de la norma NSR-10, estableció un valor para A_a de 0,15 para sismos de servicio en la zona del proyecto.

El factor de amplificación (Fa) se extrae de la tabla A.2.4-3 de la norma NSR-10 título A y está dado en función del tipo de perfil de suelo y el coeficiente de aceleración pico efectivo en roca (A_a) según la ubicación del proyecto. Para este caso, con A_a de 0,15 y tipo de suelo D, se considera un Fa de 1,5 (ver Tabla 5-2).

Tabla 5-2. Valores del Coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro

Tipo de perfil	**Intensidad de los movimientos sísmicos**				
	Aa ≤ 0,1	**Aa = 0,2**	**Aa = 0,3**	**Aa = 0,4**	**Aa ≥ 0,5**
A	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
B	1	1	1	1	1
C	1,2	1,2	1,1	1	1
D	1,6	1,4	1,2	1,1	1
E	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
F	Especial				

Fuente: NSR-10, Título A, 2010.

Por tratarse de dos taludes adyacente a una vivienda, es decir, edificación catalogada dentro del grupo de uso I, de acuerdo con el literal A.2.5.1. del título A de la norma NSR-10, así como se indica en la Figura 5-2.

A.2.5.1 — GRUPOS DE USO — Todas las edificaciones deben clasificarse dentro de uno de los siguientes Grupos de Uso:

A.2.5.1.1 — *Grupo* IV — *Edificaciones indispensables* — Son aquellas edificaciones de atención a la comunidad que deben funcionar durante y después de un sismo, y cuya operación no puede ser trasladada rápidamente a un lugar alterno. Este grupo debe incluir:

(a) Todas las edificaciones que componen hospitales clínicas y centros de salud que dispongan de servicios de cirugía, salas de cuidados intensivos, salas de neonatos y/o atención de urgencias.
(b) Todas las edificaciones que componen aeropuertos, estaciones ferroviarias y de sistemas masivos de transporte, centrales telefónicas, de telecomunicación y de radiodifusión.
(c) Edificaciones designadas como refugios para emergencias, centrales de aeronavegación, hangares de aeronaves de servicios de emergencia.
(d) Edificaciones de centrales de operación y control de líneas vitales de energía eléctrica, agua, combustibles, información y transporte de personas y productos.
(e) Edificaciones que contengan agentes explosivos, tóxicos y dañinos para el público; y
(f) En el grupo IV deben incluirse las estructuras que alberguen plantas de generación eléctrica de emergencia, los tanques y estructuras que formen parte de sus sistemas contra incendio, y los accesos, peatonales y vehiculares de las edificaciones tipificadas en los literales a, b, c, d y e del presente numeral.

A.2.5.1.2 — Grupo III — *Edificaciones de atención a la comunidad* — Este grupo comprende aquellas edificaciones, y sus accesos, que son indispensables después de un temblor para atender la emergencia y preservar la salud y la seguridad de las personas, exceptuando las incluidas en el grupo IV. Este grupo debe incluir:

(a) Estaciones de bomberos, defensa civil, policía, cuarteles de las fuerzas armadas, y sedes de las oficinas de prevención y atención de desastres,
(b) Garajes de vehículos de emergencia,
(c) Estructuras y equipos de centros de atención de emergencias,
(d) Guarderías, escuelas, colegios, universidades y otros centros de enseñanza,
(e) Aquellas del grupo II para las que el propietario desee contar con seguridad adicional, y
(f) Aquellas otras que la administración municipal, distrital, departamental o nacional designe como tales.

A.2.5.1.3 — Grupo II — *Estructuras de ocupación especial* — Cubre las siguientes estructuras:

(a) Edificaciones en donde se puedan reunir más de 200 personas en un mismo salón,
(b) Graderías al aire libre donde pueda haber más de 2000 personas a la vez,
(c) Almacenes y centros comerciales con más de 500 m² por piso,
(d) Edificaciones de hospitales, clínicas y centros de salud, no cubiertas en A.2.5.1.1,
(e) Edificaciones donde trabajen o residan más de 3000 personas, y
(f) Edificios gubernamentales.

A.2.5.1.4 — Grupo I — *Estructuras de ocupación normal* — Todas la edificaciones cubiertas por el alcance de este Reglamento, pero que no se han incluido en los Grupos II, III y IV.

Figura 5-2. Extracto literal A.2.5.1 titulo A norma NSR-10
Fuente: NSR-10, Título A.

El coeficiente de importancia (I) de acuerdo con la tabla A.2.5-1 del título A de la norma NSR-10 y relacionada a continuación, es de 1,00, como se puede observar en la Tabla 5-3.

Tabla 5-3. Valores del coeficiente de importancia, I

Grupo de uso	Coeficiente de importancia, I
IV	1,50
III	1,25
II	1,10
I	1,00

Fuente: NSR-10, Título A.

Reemplazando estos valores, se obtiene un a_{max} de 0,225 g.

El coeficiente sísmico de diseño para análisis pseudoestático de taludes, el cual debe tener un valor igual o inferior al a_{max}, se calcula en función del material presente en el perfil de suelos y del tipo de análisis según lo indicado en la tabla H.5.2-1 del título H de la norma NSR-10, presentada en la Tabla 5-4.

Tabla 5-4. Valores de KST/a_{max} mínimos para análisis seudoestático de taludes.

Material	KST/a_{max} mínimo	Análisis de amplificación mínimo
Suelos, enrocados y macizos rocosos muy fracturados (RQD < 50%)	0,80	Ninguno
Macizos rocosos (RQD > 50%)	1,00	Ninguno
Todos los materiales térreos	0,67	Amplificación de onda unidimensional en dos columnas y promediar
Todos los materiales térreos	0,50	Amplificación de onda bidimensional

Fuente: NSR-10, Título H.

De acuerdo con el perfil estratigráfico encontrado en el sitio de estudio y referido a los valores establecidos en la Tabla 5-2 se determina qué la relación KST/a_{max} para el proyecto corresponde a Suelos, enrocados y macizos rocosos muy fracturados (RQD<50%), es decir, se despeja KST, de la siguiente forma: KST = 0,8*a_{max}. Finalmente, coeficiente sísmico de diseño para análisis seudoestático (KST) es KST = 0,8 * 0,225, entonces KST = 0,23 = K_h.

El coeficiente sísmico de diseño vertical, K_v, corresponde a 2/3 de la aceleración horizontal; es decir, K_v = 0,18. El espectro de respuesta para este municipio se puede observar en la Figura 5-3.

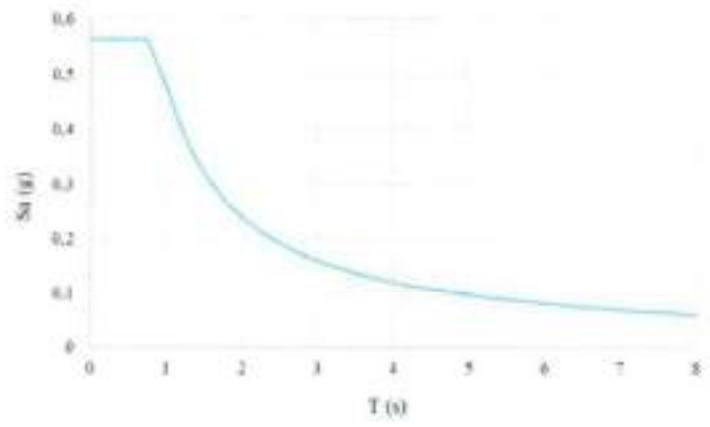


Figura 5-3. Espectro elástico de aceleraciones de diseño como fracción de g. para el municipio de El Peñol.
Fuente: DYCO S.A.S., 2025.

6. GEOLOGÍA REGIONAL

El proyecto para la construcción de la vía se ubica según la plancha 147 de Medellín Oriental, a nivel regional sobre las unidades geológicas de *Depósitos Aluviales (Q2al), Batolito Antioqueño (K2ta, K2mg) y Complejo El Retiro (PRam)*, tal y como se observa en la Figura 6-1.

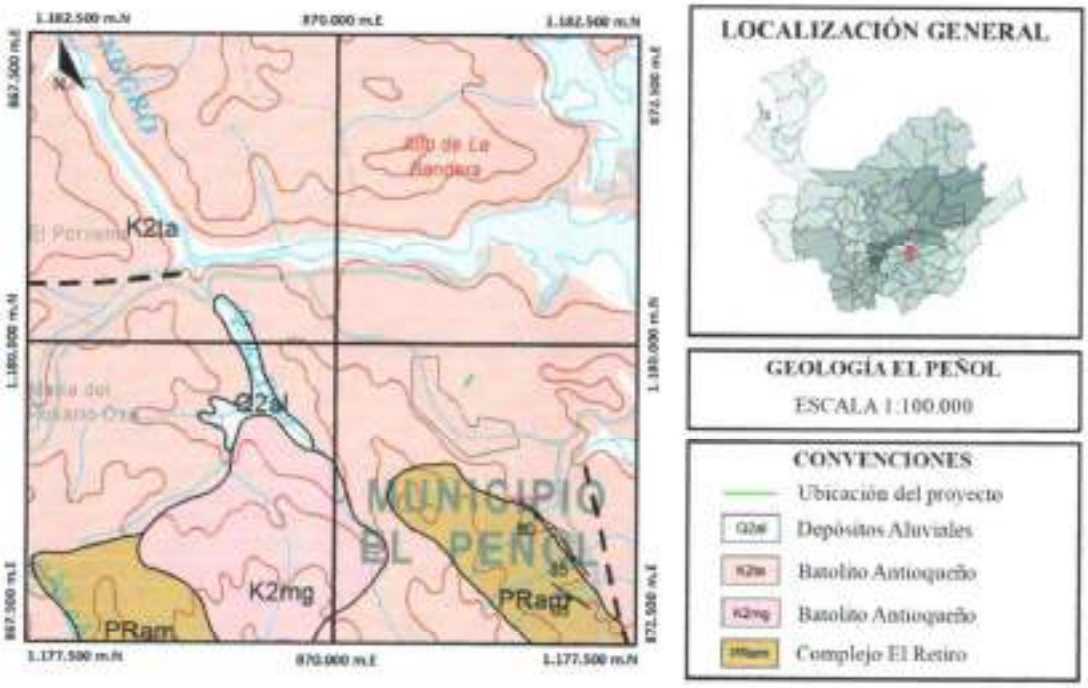


Figura 6-1. Mapa geológico plancha 147, Medellín Oriental
Fuente: Servicio Geológico Colombiano, 2005.

A continuación, se presenta la descripción de las unidades geológicas que se encuentran dentro del área de influencia directa e indirecta del proyecto.

6.1. DEPÓSITOS ALUVIALES (Q2AL)

Los depósitos aluviales en la plancha 147 Medellín Oriental ocupan las llanuras de inundación de los cauces actuales; están conformados por material suelto como bloques y

gravas de rocas metamórficas, plutónicas y cuarzo en diferentes proporciones en una matriz de material arcillo – arenoso no coherente. De los depósitos aluviales en plancha, por su extensión y amplitud se destacan los que se encuentran a lo largo de los rios Medellín, Negro, Pereira y las quebradas La Mosca, Cimarrona, La Honda, Ovejas, Marinilla y La Magdalena.

En el rio Medellín los depósitos aluviales generados por el río y sus afluentes tienen forma alargada irregular y de abanicos con variedad en litología, tamaño y espesor que aumenta su extensión hacia el Norte del valle.

Estos depósitos están conformados por bloques y gravas de dunitas, rocas ígneas plutónicas (diorita, cuarzodiorita), metamórficas (neises y anfibolitas) y cuarzo en diferentes proporciones y sin estratificación, en una matriz de arena gruesa a gravas medias o areno limosa, de color gris, con cementación débil a moderada.

Los clastos están, por lo general, mal seleccionados, con formas desde subangulares a redondeadas, en tamaños desde métricos hasta centimétricos, en algunos casos muestran una imbricación en el sentido de la corriente, en otros, deposición sin estratificación. Aunque los depósitos aluviales son comunes a lo largo de la mayoría de las corrientes en el área de la plancha, por su extensión y amplitud no todas son representables a la escala del mapa geológico y sólo aparecen en éste los de mayor extensión. También se da el caso que, aunque aparecen marcados como aluviones, pero existen dentro de estas zonas, acumulaciones de material coluvial que por su ocurrencia local y poca extensión no se han separado.

Los espesores de estos depósitos oscilan entre 10 m y 20 m, pero en el valle del río Medellín existen depósitos como los aluviotorrenciales de las quebradas La García y La Seca en Bello que alcanzan espesores hasta de 60 m (Área Metropolitana, 2002).

Debido a su alta permeabilidad, exhiben un grado de meteorización alto, actualmente son disectados por las mismas corrientes que formaron dichos depósitos. Un perfil típico de esta

unidad está descrito en el informe de Microzonificación de Valle de Aburrá (Área Metropolitana, 2002) en la cantera de CONASFALTOS (Bello):

Horizontes A-B. Conformada por una capa orgánica limo arenoso de color gris oscuro con un espesor de 0,4 m.

La infrayacen arenas finas con lentes de limos y arcillas de color gris claro. Hacia la base se presenta un paquete de color gris claro de gravas finas a gruesas, subredondeadas y subesféricas de neis, cuarzo, basalto, cuarcita y esquistos, entre otros, clastosoportada embebida en una matriz arenosa débilmente cementada, dura, seca y no plástica con una relación gravas arena de 90/10 con un espesor de 10 m.

En las canteras de CONASFALTOS, PROCOPAL, Agregados y Triturados del Norte y Áridos de Antioquia la zona de explotación alcanza los 40 m de potencia en una columna estratigráfica donde predominan las gravas en paquetes con espesores superiores a los 20 m. Estos depósitos aluviales son del Holoceno y su espesor está en aumento debido a la sedimentación actual a lo largo de los canales de flujo y zonas aledañas sometidas a inundaciones periódicas y avalanchas ocasionales (Área Metropolitana, 2002). (Rodríguez, Gonzáles, & Zapata, 2005).

6.2. BATOLITO ANTIOQUEÑO (Q2TA Y Q2MG)

El nombre de esta unidad proviene del departamento de Antioquia (Botero 1940,1942) donde aflora sobre la parte axial de la Cordillera Central, cubriendo un área aproximada de 7.800 km2, sin incluir los cuerpos satélites, separados del cuerpo principal por rocas metamórficas. En la plancha 147 Medellín Oriental, de este cuerpo afloran 1.100 km2, un 14% de la extensión total; hacia la parte oriental y aunque en gran parte presenta una meteorización profunda, se puedan observar algunos afloramientos característicos en los cortes de las vías Santuario (H-6) – río Cocorná (H-8), Marinilla (F-6) - El Peñol (F-7) – Guatapé (F-9), Guarne (C-3) - San Vicente (C-6), Autopista Medellín – Guarne, entre el alto de Las Rosas (B-3) y

Guarne (C-3), en los ríos Cocorná (H-8), Rionegro (D-6, 7) y en varias de las quebradas que drenan el área.

En el presente trabajo se han considerado como parte del Batolito Antioqueño, posiblemente apófisis de éste, algunos cuerpos menores granitoides que, aunque separados geográficamente del cuerpo principal, presentan características litológicas, mineralógicas y texturales similares y una posición que hace suponer una relación genética con éste. Entre estos cuerpos se destacan los siguientes:

- Las Estancias (D12). Cuerpo localizado entre los bloques sur y central de la Dunita de Medellín, en contacto fallado con esta unidad e intrusivo en anfibolitas, presenta una forma irregular con una extensión de 3,6 km2, longitud mayor de dirección SW-NE de 2 km y una amplitud NW–SE de 1,2 km.

- Vereda La Quiebra - quebrada Palmichal (E-3). Cuerpo elongado en dirección N-S con una longitud de 2,3 km y amplitud promedio de 0,8 km, con una extensión de 1,8 km2, Intrusivo en anfibolitas con aureola de contacto caracterizado por zonas migmatíticas de inyección.

- Vereda Guaponte (C-4): Cuerpo elongado de dirección N-S con una longitud de 2.5 km y amplitud promedia de 0,7 km, con una extensión de 1,7 km2, es intrusivo en neises formando migmatitas de inyección con leucosoma cuarzo – feldespático en venas o bandas paralelas a la foliación metamórfica regional.

- Vereda El Pozo (E-7, 8): Cuerpo de dirección N15°W con una longitud de 3,3 km y amplitud variable de entre 1,9 km en el extremo norte y 0,7 al sur, con una extensión de 4,3 km2. Este cuerpo tiene una composición más ácida que la facies normal del Batolito y está limitando al E por la facies normal del cuerpo plutónico principal y al W por un cuerpo de anfibolita.

Las rocas del Batolito Antioqueño y los procesos de meteorización y erosión que sobre ellas han actuado generan geoformas de semicolinas redondeadas de poca altura, donde los agentes

de transporte del material, modelan el paisaje y contribuyen a formar vertientes cortas en valles estrechos, con drenaje dendrítico como respuesta a los procesos de escorrentía. Esto permite encontrar el material saprolítico profundo expuesto en superficie que luego es fácilmente removilizado por procesos erosivos.

El paisaje sobre el Batolito Antioqueño está constituido además por depósitos aluviales con algunas terrazas de poca altura y valles asociados a drenajes naturales de poca longitud donde los procesos de sedimentación han sido favorecidos por una disminución del gradiente hidráulico. Estas geoformas se encuentran a lo largo de los drenajes activos y morfológicamente presentan superficies planas con poca inclinación y localmente fuertemente disectadas.

La región de los valles de Rionegro, Guarne, Marinilla, San Vicente, El Peñol y Guatapé entre las cotas 2.200 y 1.950 msnm (embalse El Peñol), presenta colinas con sus superficies convexas, semejantes a domos de poca altura, disectadas por un drenaje semidendrítico, localmente modificado por la acción antrópica que produce deterioro en el paisaje en los canales naturales. En estas colinas no se ha desarrollado la meteorización profunda de las rocas del Batolito Antioqueño característica en otras regiones.

En la zona de El Peñol – Guatapé, el paisaje se caracteriza por colinas ligeramente alargados y cerros más pronunciados que los de los valles de Rionegro – Guarne - Marinilla y constituyendo localmente geoformas sobresalientes por su altura y diámetro conocidos en la región como "peñoles". (Rodríguez, Gonzáles, & Zapata, 2005).

6.3. COMPLEJO EL RETIRO, ANFIBOLITAS DE MEDELLÍN (PRAM)

La unidad metamórfica de mayor extensión en la plancha 147 Medellín Oriental está constituida por varios cuerpos de anfibolitas, que en conjunto han sido denominadas Anfibolitas de Medellín; estos cuerpos pueden presentar variaciones texturales y mineralógicas y en las relaciones con otras unidades litológicas, lo cual podría indicar más

de un origen, edad e historia metamórfica. Sin embargo, teniendo en cuenta el detalle de la cartografía geológica hecha durante el proyecto y la información petrográfica y geoquímica disponible, se considera como una sola unidad homogénea.

Teniendo en cuenta la distribución espacial y relaciones en el área de la plancha 147, se han separado dentro de la unidad de las Anfibolitas de Medellín los siguientes cuerpos:

1. Anfibolitas de la vereda Guarinó - San Bonifacio. Afloran al sur del Carmen de Viboral (H-6) en límite con la plancha 167 Sonsón y se extiende hacia esta plancha (González et al., 1980). Constituye un cuerpo de forma irregular, de dirección N-S, con una longitud de 5,7 km en el borde oriental y amplitud entre 6,8 km en el extremo sur y 2,3 km en el norte con una extensión de 25 km^2 en la plancha 147.

Al Norte y Occidente aparece cubierto por depósitos cuaternarios y es intruido al Este por el Batolito Antioqueño. Las mejores exposiciones se encuentran en los carreteables que salen de El Carmen hacia Boquerón (H-7) y El Santuario (H-9).

2. Anfibolitas de La Ceja. Afloran hacia el límite con la plancha 167 Sonsón, y se prolongan hacia ésta (González et al., 1980) constituyendo un cuerpo con forma de paralelogramo con su base mayor hacia el Sur de 5,8 km de longitud y la menor al Norte con 3,8 km y una longitud Norte-Sur de 4,5 km, para una extensión, en la plancha 147, de 40 km^2.

Tanto hacia el Este como al Norte y Sur, aparece cubierto por los depósitos cuaternarios de los ríos Pereira y Piedras (H-4) mientras que al Occidente aparece en contacto con neises con los cuales se intercala en capas de poco espesor, especialmente cerca al contacto entre ambas unidades. Las anfibolitas aparecen profundamente meteorizadas y los afloramientos son ocasionales en la zona del cerro Capiro (H-4) y en las vías de la Ceja hacia Rionegro (F-5) y La Unión en la Plancha 167 Sonsón.

- Cuerpos menores de anfibolitas intercalados a diferentes escalas con neises, son comunes en esta unidad, aunque en el mapa geológico sólo se indican las mayores que son representables a la escala del mapa, siendo más abundantes hacia el contacto entre ambas unidades. Las mejores exposiciones de esta relación se encuentran en la vía Don Diego (G-3) - La Ceja en las inmediaciones del parador Tequendamita (H-3) donde las intercalaciones son continuas por varios kilómetros y hacia el suroeste desaparecen o se adelgazan. Hacia las veredas Papayal (H-2), Chapinero (H-2, 3) y EL Chuscal (H-3) predominan los neises y migmatitas cuarzo - feldespáticas con capas delgadas esporádicas de anfibolita de menos de 50 m de amplitud. En la vereda Tablacito (G-2) afloran neises y anfibolitas preferiblemente y en las cabeceras de la quebrada Espíritu Santo (G-2) predominan anfibolitas con intercalaciones delgadas concordantes de neises.

3. Cuerpo de anfibolita entre la Vereda El Totumo (A-2) al Norte y Juan XXIII (D-4) al Sur. Incluye las veredas de El Salado (B-2), Juan Cojo (B-2, 3) y El Palmar interrumpido a la altura del río Medellín, por depósitos aluviales y luego continua hacia la Vereda Curazao (A-2) prolongándose hacia la plancha 131 Santa Rosa de Osos. Este cuerpo tiene dirección N15-20°W con una longitud de 16 km y una amplitud promedia de 2,8 km, estrechándose hacia el sur donde tiene menos de 1 km con una extensión total en la plancha 147 Medellín Oriental, de 38 km^2.

Este cuerpo es intruido por el Batolito Antioqueño, excepto en su extremo sureste donde aparece en contacto con el Neis de La Ceja intercalándose ambos tipos de roca en la zona de contacto; cerca al río Medellín (A-2) aparece cubierto en la zona plana por depósitos aluviales y hacia las laderas por depósitos de vertiente donde predominan bloques de esta misma unidad.

Anfibolitas de la Fe (G-2), Piedras Blancas (C-2) y se extiende hasta las veredas El Nogal (A-2) y La Veta (A-2) en el municipio de Bello. Este es el cuerpo principal de las denominadas Anfibolitas de Medellín, tiene forma tabular con la dimensión mayor en sentido

Norte - Sur concordante con las estructuras regionales de 22 km y amplitud variable entre 5,5 km en el extremo norte, donde se prolonga hacia la plancha 131 Santa Rosa de Osos, 5,2 km a la altura de Piedras Bancas (C-2) ampliándose en la parte centro – sur entre los cuerpos sur y central de la Dunita de Medellín y 1,6 km en la Fe (G-2) con una extensión de 130 km2 en la plancha 147 Medellín Oriental.

Este cuerpo está al Occidente en contacto fallado con la Dunita de Medellín y las Migmatitas de Puente Peláez con desarrollo de una delgada franja de neises miloníticos en el contacto con la dunita. Al Oriente el contacto con el Neis de La Ceja también es fallado y solo localmente, en la parte sur y sureste, parece ser concordante entre ambas unidades metamórficas; a la altura del rio Medellín depósitos aluviales y de ladera interrumpen la continuidad del cuerpo.

En la curva de Rodas (B-1) sobre la autopista Medellín – Guarne, la anfibolita en el contacto con la Dunita de Medellín, presenta una estructura microplegada mientras que al Oriente estas rocas no presentan una crenulación evidente. Los plegamientos y evidencias de una deformación dúctil, especialmente en los ejes de los microplegamientos, tanto en la plagioclasa como en la hornblenda, son claros al acercarse al contacto con el cuerpo ultramáfico; la plagioclasa presenta una fuerte extinción ondulatoria pero no se observa recristalización lo cual indicaría que la deformación con cambio textural ocurrió bajo condiciones de temperatura de medio grado de metamorfismo. Martens (2003) también menciona procesos de milonitización en el Neis augen de Las Palmas espacialmente relacionados al contacto con la Dunita de Medellín aumentando el grado de deformación de Oriente a Occidente lo cual implicaría que el último evento de metamorfismo dinámico que afectó tanto las anfibolitas como el neis, estuvo relacionado al cabalgamiento de la dunita en condiciones de temperatura del medio grado de metamorfismo.

Los mejores afloramientos y de más fácil acceso a este cuerpo de anfibolitas se encuentran en las vías Las Palmas (G-1) - Represa de la Fe (G-2), Las Palmas – aeropuerto de Rionegro

(E-4), Santa Elena (D-2), Medellín (B-1), Santa Elena – Guarne (C-2) y en las quebradas Santa Elena (D-1) y Piedras Blancas (C-2, B-2).

4. Techos pendientes de anfibolita sobre el Batolito Antioqueño. Corresponden a cuerpos de anfibolitas de dimensiones variables sobre el Batolito Antioqueño que son comunes tanto en la zona de borde occidental de éste, como en la parte central. Estos cuerpos no muestran por lo general evidencias de haber sido intruidos por el Batolito, pero si son claros, en muchos de ellos, efectos térmicos, atribuibles al calentamiento producido durante el emplazamiento del Batolito a niveles corticales superiores, proceso durante el cual pudo haber levantado fragmentos de la roca encajante, anfibolitas, quedando éstas como techos pendientes sobre la masa batolítica.

Entre estos cuerpos de anfibolita, por sus dimensiones y continuidad se mencionan los siguientes, aunque es de anotar que existen más cuerpos de estas características que por sus dimensiones no aparecen representados en el mapa.

- El Escorial (E-8). Cuerpo de dirección N45°W, con una longitud de 3,2 km y amplitud de 0,7 km y una extensión de 2,3 km^2.

- El Salto (F-8) Tres cuerpos de forma circular con su eje mayor de dirección variable N-S a N80°W y extensión 0,4; 0,35 y 0,1 km^2, respectivamente.

- Las Brisas (G-8). Cuerpo irregular de 1,7 km de longitud y amplitud variable entre 0,2 km en el extremo norte y 10 km en él sur y una extensión de 1,2 km^2.

- La Palma – Vereda El Pozo, (E-7). Cuerpo irregular de 1,5 km2 limitado al este por una facies granítica (?) del Batolito Antioqueño.

5. Cuerpos menores de anfibolita al Occidente de la Dunita de Medellín. Por sus relaciones con respecto a las rocas a las cuales están asociadas estas anfibolitas se pueden subdividir en:

a) Techos pendientes sobre el Gabro de San Diego; son cuerpos de formas irregulares menores de 1 km^2 que se encuentran entre la variante de Las Palmas y la parte alta de El Poblado (D-1).

b) Cuerpos localizados al Occidente de la Dunita de Medellín entre (D-1) y (C-1) directamente en contacto tectónico con ésta y en parte cubiertos por depósitos de ladera, con una extensión entre 1 y 2 km^2.

Al oriente del altiplano de Santa Elena (D-1), los afloramientos de los diferentes cuerpos de anfibolita se destacan por una morfología de cerros y pendientes fuertes a moderadas cortas, con una zona donde la topografía es relativamente plana y las rocas presentan un avanzado estado de meteorización mientras que al Occidente en la vertiente oriental del Valle de Aburrá, las fuertes pendientes y la profunda socavación de las corrientes que drenan hacia el río Medellín, permiten mejores y más continuas exposiciones de los cuerpos de anfibolita, encontrándose rocas relativamente frescas tanto en los cauces de las quebradas como en los cortes de las vías que atraviesan el área.

El perfil generalizado de meteorización de la anfibolita, cerca de Sajonia (F-3), se compone de un nivel de suelo (VI) de color crema a gris claro que localmente presenta incidencia de cenizas volcánicas, un nivel saprolítico de color pardo amarillento a pardo rojizo característico, producido por la alteración de la hornblenda y que localmente presenta un bandeamiento débil con capas finas de color blanco a amarillo pálido producido por la alteración de zonas ricas en plagioclasa. Este saprolito puede variar en la coloración a gris verdoso, pero por lo general predominan los tonos pardos debido al predominio de la

hornblenda en la composición mineralógica de las anfibolitas y puede contener bloques de roca relativamente fresca.

El perfil de meteorización generalizado en los cuerpos de anfibolita presenta las siguientes características:

Horizonte A – B: Horizonte orgánico de 30-40 cm de espesor, varía de acuerdo con la pendiente del terreno.

Horizonte VI: Suelo residual de espesor variable, color gris claro a blanco, consistencia suave, no plástico, húmedo y poco cementado. Espesor 40-50 cm.

Horizonte V: Roca meteorizada con un espesor promedio de 1,5 m, color moteado blanco y negro heredado, deleznable, consistencia firme, no plástico, húmedo y poco cementado.

Horizonte IV: Roca profundamente meteorizada, color gris moteado de blanco, deleznable, consistencia firme, no plástico, húmedo débilmente cementado. Espesor indeterminado.

Horizonte III: Roca moderadamente meteorizada de color pardo amarillento con plagioclasa y hornblenda, textura limosa, consistencia firme, seco, plasticidad muy baja, cementación moderada.

La estructura en las anfibolitas varía entre néisica y esquistosa, pudiendo ser masivas localmente, algunas veces bandeada por la segregación diferencial durante el metamorfismo de plagioclasa y hornblenda o variación en la granulometría de una banda a otra. Estructuras migmatíticas se presentan localmente cerca al contacto con el Batolito Antioqueño y están definidas por la segregación o la inyección de venas irregulares, a veces lentes de feldespato y cuarzo, el tamaño del grano varía de fino a medio pero en algunas anfibolitas de estructura néisica el grano es más grueso el color predominante es negro moteado de blanco con un tinte verdoso oscuro por uralitización y cloritización de la hornblenda y foliación definida

por la orientación plana de la hornblenda, aunque en muestra de mano ésta puede pasar desapercibida.

En las anfibolitas intercaladas con neises, tanto la foliación como el bandeamiento son concordantes con los límites de las capas de estas dos litologías. En algunos afloramientos se observan plegamientos de orden métrico y localmente se encuentran pliegues centimétricos simétricos muy apretados. (Rodriguez, Gonzáles, & Zapata, 2005).

7. GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

La zona de estudio se encuentra ubicado en las unidades geomorfológicas denominadas *Lomerios Disectados (Dldi), Lomerios Muy Disectados (Dlmd), Lomerios Poco Disectados (Dlpd), Planicie Aluvial Confinada (Fpac) y Embalses (Aemb)*. En donde predominan los ambientes geomorfológicos: denudacional, antropogénico, fluvial y lagunar. Dichas geoformas se pueden ver en la Figura 7-1.



Figura 7-1. Plancha 147, Mapa Geomorfológico Medellín Oriental
Fuente: Servicio Geológico Colombiano, 2014.

7.1. LOMERÍOS DISECTADOS (DLDI):

Son prominencias topográficas de morfología alomada, con índice de relieve bajo, con cimas subredondeadas y amplias, laderas cortas de forma cóncavas y convexas, con pendientes muy inclinadas a abruptas. Estas geoformas son originadas por procesos de denudación intensos

y cuyas laderas se caracterizan por la moderada disección, generando valles en U con fondo redondeado a plano. Se presentan movimientos en masa tipo deslizamiento rotacional y procesos erosivos superficiales severos asociados a la actividad agropecuaria intensiva.

En la Plancha 147 se encuentran ocupando un área muy extensa; y son los de mayor extensión la cuenca del Río Negro y la quebrada la Mosca en los municipios de Rionegro, Marinilla, Santuario, San Vicente y Guarne; otros corresponden por aquellos aledaños o inmersos dentro del embalse del Peñol y otros localizados más al norte, en los municipios de San Vicente y Concepción. (Servicio Geológico Colombiano, 2014).

7.2. LOMERÍOS MUY DISECTADOS (DLMD):

Son las prominencias topográficas de morfología alomada, con índice de relieve bajo, cimas agudas a redondeadas estrechas, de laderas cortas a moderadamente largas, de forma cóncavas a rectas y de pendientes abruptas a escarpadas. Estas geoformas son originadas por procesos de denudación intensos y cuyas laderas se caracterizan por la alta disección, generando valles en V abiertos. Estos lomerios generalmente se encuentran en los bordes de altiplanos. En esta unidad los movimientos en masa más característicos son los deslizamientos rotacionales y traslacionales, así como procesos erosivos superficiales severos por la actividad agropecuaria de la zona.

Este tipo de unidades son más comunes hacia los bordes del altiplano, aunque se pueden encontrar al interior en el municipio de San Vicente y hacia los bordes en los municipios de Concepción, Cocorná, Granda y El Peñol. (Servicio Geológico Colombiano, 2014).

7.3. LOMERÍOS POCO DISECTADOS (DLPD):

Son prominencias topográficas de morfología alomada con índice de relieve muy bajo, con cimas planas amplias y redondeadas a subredondeada, de laderas muy cortas a cortas, y de formas cóncavas y convexas, con pendientes inclinadas a muy abruptas, y un patrón de drenaje dendrítico con un grado de incisión leve formando valles abiertos en "U".

Generalmente estas unidades se encuentran en las áreas centrales del altiplano alejadas de los frentes erosivos. Son frecuentes los procesos erosivos superficiales como terraceos y surcos, algunos movimientos en masa tipo reptación y eventualmente algunos pequeños deslizamientos rotacionales por la deforestación y la actividad agropecuaria intensiva.

En la plancha 147 los encontramos distribuidos por el altiplano, el más extenso corresponde al sector comprendido entre el corregimiento de Santa Elena del municipio de Medellín al norte, hasta el sector del Alto de las Palmas al sur, en el municipio de Envigado, y distribuido en otros sectores como en la vía que comunica el municipio de Marinilla con el Peñol y en el municipio de Guarne en la vereda Guapante. Y al norte de la plancha en el municipio de San Pedro de los Milagros. (Servicio Geológico Colombiano, 2014).

7.4. PLANICIE ALUVIAL CONFINADA (FPAC)

Franja aluvial de morfología plana, muy angosta, confinada y en forma de "U", y constituida por material aluvial. Esta unidad está asociada a los cauces aluviales del altiplano, que son muy pequeños y eventualmente inundables, limitados por las unidades denudacionales de índice de relieve bajo a muy bajo, en los cuales se observa el estrangulamiento o estrechamiento de los cauces y por relieves más altos como los lomos denudados en la cuenca del río Cocorná y sus afluentes las quebradas la Chorrera y la Trinidad. (Servicio Geológico Colombiano, 2014).

7.5. EMBALSES (AEMB)

Corresponden a las obras de presa construidas para el abastecimiento de agua para consumo humano y energía, conocidos como el Embalse de. La Fe en el Municipio del Retiro, Embalse de Piedras Blancas entre los municipios de Medellín y Guarne y el Embalse del Peñol que cubre la mayor parte de los municipios de El Peñol y Guatapé, y alcanza por su gran extensión a tener influencia en los municipios de Concepción y Alejandría. (Servicio Geológico Colombiano, 2014).

Con base en la revisión de la información geológica y geomorfológica se puede concluir que el tramo que será intervenido se encuentra dentro de una misma zona homogénea dadas las características litológicas y topográficas similares. Esta información fue verificada con los resultados de los ensayos PDC, mediante los cuales se obtuvo resultados similares para este tramo.

8. CONCLUSIONES

- Los ensayos de clasificación ejecutados en laboratorio indicaron condiciones favorables respecto al material existente, ya que no se encontró presencia de arcillas expansivas en la subrasante en ninguna de las zonas del corredor vial analizado.
- La región está compuesta principalmente por rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. Se destacan los batolitos como el Batolito Antioqueño, que contiene rocas como cuarzodiorita y granodiorita. Estas formaciones son indicativas de un pasado tectónico activo y de la presencia de minerales valiosos como el oro y esmeraldas en vetas y diques. La presencia de estas rocas duras y resistentes a la erosión ha dado lugar a un relieve accidentado con pendientes pronunciadas y valles profundos.
- La presencia de fallas significativas, como la falla Romeral, indica un entorno tectónicamente complejo. Esta falla se extiende a lo largo de la Cordillera Central, afectando la estabilidad de los suelos y la disposición de los recursos minerales en la región. Además, la presencia de diaclasas y fracturas en las rocas aumenta la susceptibilidad a la erosión y a los movimientos en masa.
- La erosión y sedimentación son procesos dominantes en la zona, con un notable impacto de las lluvias intensas que pueden desencadenar movimientos en masa. La identificación de áreas propensas a deslizamientos es crucial para la planificación de infraestructuras. Los procesos de meteorización física y química, como la hidrólisis y la oxidación, afectan la resistencia y estabilidad de las rocas, contribuyendo a la formación de suelos residuales.
- Se han identificado varias unidades geomorfológicas en El Peñol, incluyendo lomas denudadas y planicies aluviales. Estas formaciones son resultado de procesos de denudación y erosión que han moldeado el paisaje a lo largo del tiempo. Las lomas denudadas son el producto de la erosión diferencial de las rocas, mientras que las planicies aluviales se han formado por la acumulación de sedimentos transportados por los ríos y quebradas.

- La topografía presenta variaciones significativas, con pendientes que van de suaves a muy escarpadas. Las áreas con pendientes abruptas son especialmente vulnerables a la erosión y los deslizamientos, lo que requiere atención en la planificación de proyectos de construcción. Las pendientes pronunciadas también limitan el desarrollo de infraestructura y actividades agrícolas, ya que aumentan los riesgos de remoción en masa y erosión.
- La cobertura vegetal juega un papel crucial en la estabilidad del suelo. Las áreas desprovistas de vegetación son más susceptibles a la erosión, lo que incrementa el riesgo de movimientos en masa. Por lo tanto, la conservación de la vegetación es esencial para la mitigación de riesgos geológicos. La deforestación y los incendios forestales pueden acelerar los procesos erosivos y aumentar la vulnerabilidad de los suelos a los deslizamientos.

9. RECOMENDACIONES

9.1. EXCAVACIONES PARA MEJORAMIENTOS

Las excavaciones para mejoramientos se realizarán en los sectores autorizados por el supervisor, la geometría de estos, incluida la profundidad será la indicada por este estudio.

Se deberán ejecutar los trabajos de drenaje necesarios para el control y eliminación de aguas durante y después de los trabajos de construcción del mejoramiento, con el objetivo de evitar la saturación del suelo de fundación.

Las excavaciones para mejoramientos no deberán permanecer abiertas en épocas de lluvia.

La ejecución de mejoramientos por debajo de la profundidad sugerida, para reemplazar suelos saturados por lluvia debido a la falta de un adecuado drenaje o por abandono de los trabajos deberá realizarse de manera progresiva para garantizar su estabilidad, excavando cuñas con una profundidad máxima de 1,5 m en el frente de avance.

9.2. COMPACTACIÓN DEL MATERIAL DE REEMPLAZO DE LA SUBRASANTE

Se recomienda que se tomen por lo menos tres (3) muestras en cada unidad geológica – geotécnica homogénea para realizar ensayos de densidad en campo o en laboratorio. Los sititos para las mediciones se elegirán al azar.

Las densidades individuales deberán ser, como mínimo, el 95% de la máxima densidad obtenida en el ensayo proctor modificado.

La humedad de trabajo no debe variar en ± 2% respecto al contenido óptimo de humedad, establecido mediante el ensayo proctor modificado.

Siempre que sea necesario, se realizarán las correcciones por presencia de partículas gruesas, previamente al cálculo de los porcentajes de compactación.

La compactación deberá realizarse de manera controlada para evitar el aumento en la presión de poros del material que se está compactando, lo que podría originar inestabilidad en la capa o capas.

9.3. MANEJO DE AGUAS SUBSUPERFICIALES

Cuando se estén efectuando las excavaciones, se deberá tener cuidado para que no se presenten depresiones y hundimientos de material que afecten el normal escurrimiento de las aguas superficiales y hagan que estas se empocen en puntos localizados.

En los trabajos de excavación, no deben alterarse los cursos de aguas superficiales, para lo cual mediante obras hidráulicas como cunetas, alcantarillas y aliviaderos dispuestos a criterio se debe encauzar, reducir la velocidad del agua y disminuir la distancia que tiene que recorrer. Estas labores traerán beneficios en la conservación del medio ambiente y disminución en los costos de mantenimiento, así como evitará retrasos en la obra.

9.4. RELLENOS NO ESTRUCTURALES

Los rellenos que tengan lugar en el proyecto para conformación de las obras de urbanismo deberán conformarse con suelos tolerables de acuerdo con la norma INVIAS 2012 Capitulo 2-1 Tabla 220-1 y presentada en la Tabla 9-1.

Tabla 9-1. Requisito de los materiales para Terraplenes

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	SUELOS SELECCIONADOS	SUELOS ADECUADOS	SUELOS TOLERABLES
Partes del terraplén a las que se aplican		Todas	Todas	Cimiento y Núcleo
Tamaño máximo, mm	E-123	75	100	150
Porcentaje que pasa el tamiz de 2 mm (No. 10) en masa, máximo	E-123	80	80	-
Porcentaje que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200) en masa, máximo	E-123	25	35	35
Contenido de materia orgánica, máximo (%)	E-121	0	1.0	1.0
Límite líquido, máximo (%)	E-125	30	40	40
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-126	10	15	-
CBR de laboratorio, mínimo (%) (Nota 1)	E-148	10	5	3
Expansión en prueba CBR, máximo (%)	E-148	0.0	2.0	2.0
Índice de colapso, máximo (%) (Nota 2)	E-157	2.0	2.0	2.0
Contenido de sales Solubles, máximo (%)	E-158	0.2	0.2	-

Fuente: INVIAS, 2012.

9.4.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Antes de iniciar la construcción de los terraplenes, deben estar terminadas las labores de desmonte y limpieza, según se especifica en el artículo 200 del capítulo 2_1 de la norma INVIAS 2012.

Se debe excavar y retirar la capa vegetal y todo material inadecuado; también se debe implementar las medidas de drenaje definitivo indicadas en los documentos del proyecto y de drenaje provisional contempladas por el constructor en su método constructivo. Si las condiciones del sitio requieren medidas adicionales para garantizar la estabilidad del terraplén, el interventor determinará los eventuales trabajos de descapote y retiro del material inadecuado, así como el drenaje del área base.

Cuando el terreno base esté satisfactoriamente limpio y drenado, se deberá escarificar, conformar y compactar, de acuerdo con las exigencias de compactación definidas en un 92% del Proctor modificado, en una profundidad de 15 cm, la cual se podrá reducir a 10cm cuando el terraplén se deba construir sobre un afirmado existente.

En las zonas de ensanche de terraplenes existentes o en la construcción de estos sobre terreno inclinado, el talud existente o el terreno natural se deberá cortar en forma escalonada, de acuerdo con los planos o instrucciones del diseñador, para asegurar la estabilidad del terraplén nuevo. Se considerará este procedimiento como obligatorio en pendientes transversales mayores de 20%.

Cuando lo señale el proyecto o lo ordene el interventor, la capa superficial del suelo existente que cumpla con lo señalado en la Tabla 9-1, se deberá mezclar con el material que se va a utilizar en el terraplén nuevo.

Si el terraplén hubiese de ser construido sobre turba o suelos blandos, se deberá asegurar la eliminación total o parcial de estos materiales; si lo anterior fuese impráctico, se deberá considerar su tratamiento previo y consolidación o la utilización de cualquier otro medio indicado en los documentos del proyecto o propuesto por el constructor y autorizado por el interventor, que permita mejorar la calidad del soporte, hasta que éste ofrezca la suficiente estabilidad para resistir los esfuerzos debido al peso del terraplén terminado. Si el proyecto lo considera, la superficie de apoyo se podrá preparar tendiendo directamente sobre el suelo blando, uno o varios geosinteticos, encima de los cuales se realizará de conformidad con las indicaciones del diseñador.

9.5. RELLENOS EN MUROS DE CONTENCIÓN Y SOBRE TALUDES TEMPORALES

Los rellenos detrás de los muros de contención que constituyen suelo base para placas de piso podrán realizarse con material común hasta 2 m antes de la rasante final, en donde deberá

disponerse base granular en capas de 20 cm cada una y compactadas al 92% de proctor modificado.

Si el relleno no es estructural, se puede realizar con material común, dispuesto en capas de 20 cm y compactado y/o amasado según su textura.

9.5.1. GEOMETRÍA DE LOS RELLENOS

Los rellenos podrán conformarse en alturas máximas de hasta 2 m, con taludes con pendientes 1,5H:1,0V.

9.6. TERRAPLENES

Antes de iniciar la construcción de los terraplenes, deben estar terminadas las labores de desmonte y limpieza, según se especifica en el artículo 200 del capítulo 2_1 de la norma INVIAS 2012.

Se debe excavar y retirar la capa vegetal y todo material inadecuado; también se debe implementar las medidas de drenaje definitivo indicadas en los documentos del proyecto y de drenaje provisional contempladas por el constructor en su método constructivo. Si las condiciones del sitio requieren medidas adicionales para garantizar la estabilidad del terraplén, el interventor determinará los eventuales trabajos de descapote y retiro del material inadecuado, así como el drenaje del área base.

Cuando el terreno base esté satisfactoriamente limpio y drenado, se deberá escarificar, conformar y compactar, de acuerdo con las exigencias de compactación definidas en un 92% del Proctor modificado, en una profundidad de 15 cm, la cual se podrá reducir a 10cm cuando el terraplén se deba construir sobre un afirmado existente.

En las zonas de ensanche de terraplenes existentes o en la construcción de estos sobre terreno inclinado, el talud existente o el terreno natural se deberá cortar en forma escalonada, de acuerdo con los planos o instrucciones del diseñador, para asegurar la estabilidad del

terraplén nuevo. Se considerará este procedimiento como obligatorio en pendientes transversales mayores de 20%.

Cuando lo señale el proyecto o lo ordene el interventor, la capa superficial del suelo existente que cumpla con lo señalado en la Tabla 9-2, se deberá mezclar con el material que se va a utilizar en el terraplén nuevo.

Si el terraplén hubiese de ser construido sobre turba o suelos blandos, se deberá asegurar la eliminación total o parcial de estos materiales; si lo anterior fuese impráctico, se deberá considerar su tratamiento previo y consolidación o la utilización de cualquier otro medio indicado en los documentos del proyecto o propuesto por el constructor y autorizado por el interventor, que permita mejorar la calidad del soporte, hasta que éste ofrezca la suficiente estabilidad para resistir los esfuerzos debido al peso del terraplén terminado. Si el proyecto lo considera, la superficie de apoyo se podrá preparar tendiendo directamente sobre el suelo blando, uno o varios geosintéticos, encima de los cuales se realizará de conformidad con las indicaciones del diseñador.

La construcción de terraplenes deberá realizarse con materiales que cumpla la especificación de suelos adecuados y seleccionados contenidos en la Tabla 9-2. El terreno base del terraplén deberá ser preparado de acuerdo con el capítulo de preparación del terreno descrito anteriormente.

Tabla 9-2. Requisito de los materiales para Terraplenes

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	SUELOS SELECCIONADOS	SUELOS ADECUADOS	SUELOS TOLERABLES
Partes del terraplén a las que se aplican		Todas	Todas	Cimiento y Núcleo
Tamaño máximo, mm	E-123	75	100	150
Porcentaje que pasa el tamiz de 2 mm (No. 10) en masa, máximo	E-123	80	80	-
Porcentaje que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200) en masa, máximo	E-123	25	35	35
Contenido de materia orgánica, máximo (%)	E-121	0	1.0	1.0
Límite líquido, máximo (%)	E-125	30	40	40
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-126	10	15	-
CBR de laboratorio, mínimo (%) (Nota 1)	E-148	10	5	3
Expansión en prueba CBR, máximo (%)	E-148	0.0	2.0	2.0
Índice de colapso, máximo (%) (Nota 2)	E-157	2.0	2.0	2.0
Contenido de sales Solubles, máximo (%)	E-158	0.2	0.2	-

Fuente: INVIAS, 2012.

La conformación del terraplén deberá realizarse en capas de máximo 20 cm de espesor, compactadas a un 95% del Proctor modificado en condiciones de humedad optima y densidad seca máxima.

En la base del terraplén, se debe emplear un geotextil de separación no tejido referencia NT-2500 a NT-700 de acuerdo con el diseño de vías y pavimentos definitivo del proyecto.

Los terraplenes deberán construirse en alturas máximas de 2m, con caras de taludes tendidos en pendientes 1,0:H:1,0V.

9.7. MANEJO DE AGUAS

9.7.1. SUB-DRENES DE ZANJA

Para evitar estos empozamientos en zonas planas, se deberá drenar el lote mediante la construcción de sub-drenes de acuerdo con las especificaciones contenidas en la Figura 9-1. Estos drenes, en principio, serán instalados en las zonas que necesitan ser drenadas y deberán constar con pendientes entre el 1 a 2%, descargando hacía cajas de desagües o colectores del proyecto.

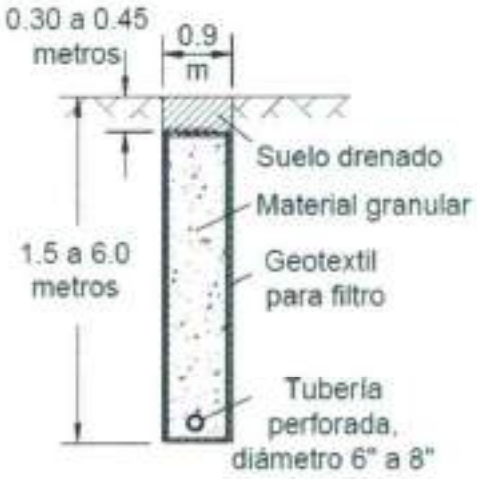


Figura 9-1. Sistema de drenes por debajo del piso.
Fuente: DYCO S.A.S., 2025.

9.7.2. SUB-DREN EN MUROS DE CONTENCIÓN

Los muros de contención que se construyan en el proyecto deberán constar con un sub-dren en la base de su trasdós, el cual consta de una tubería perforada embebida en un "tabaco" de material granular, envuelto por un manto o geotextil no tejido. El subdren tubular, a su vez, conecta con un geodren planar que se extiende desde la pata hasta el extermo superior del muro de contención, en su cara anterior, tal como se ilustra en el esquema contenido en la Figura 9-2.

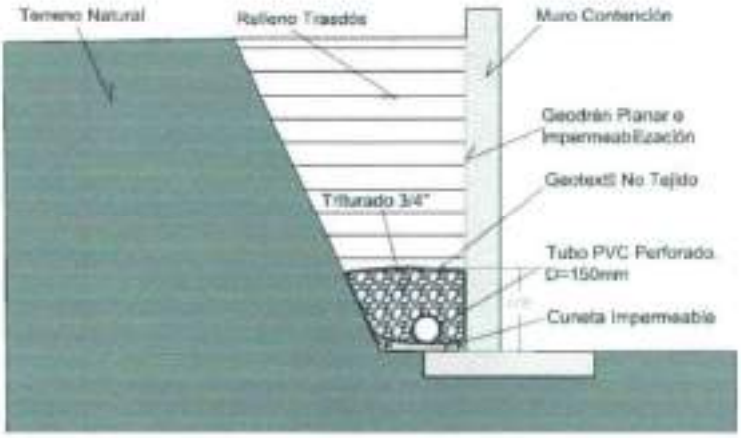


Figura 9-2. Esquema sub-dren trasdós muro de contención
Fuente: DYCO S.A.S., 2025.

9.7.3. DRENES PARA AGUAS SUPERFICIALES TIPO CUNETA

En la corona y en la pata de los taludes, y en las zonas que considere el proyecto, se podrá construir rondas de cunetas que intercepten y recojan las aguas de escorrentías que atraviesan el lote, con las especificaciones mínimas contenidas en el esquema de la Figura 9-3.

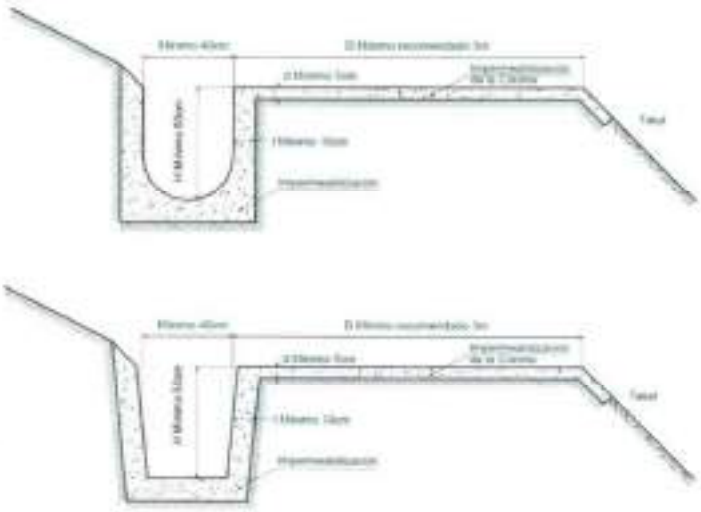


Figura 9-3. Detalle de zanjas de la corona para el control de las aguas superficiales en un talud
Fuente: DYCO S.A.S., 2025.

Todos los drenes y/o sub-drenes deberán descargar el agua recogida hacía las cajas de desagüe que se proyecten dentro del proyecto y nunca podrán descargarse de manera libre sobre el terreno.

9.7.4. SUB-DRENES DE PENETRACIÓN

En los taludes conformados con rellenos, se recomienda la construcción de drenes sub-horizontales en la cara del talud, localizados a 0.5m por encima de la pata, inclinados con una pendiente del 10% en contrapendiente y con longitud variable entre 6 y 20 m dentro del terreno según la necesidad de la obra (ver Figura 9-4). La construcción de estos drenes deberá cumplir con las especificaciones descritas en el artículo 674-13 de la norma INVIAS 2013.



Figura 9-4. Esquema sub-dren de penetración en talud de lleno
Fuente: DYCO S.A.S., 2025.

10. MANTENIMIENTO

Esta etapa se presenta posterior a la construcción de la estructura de pavimento y se ejecuta desde la entrada en operación.

Cabe aclarar que, a la firma consultora que emitió este informe y desarrolló el diseño del pavimento no le corresponde ejecutar esta etapa ni acompañar la misma a pesar de que se emitan las recomendaciones y consideraciones para la llevarla a cabo. Dicha responsabilidad recaerá sobre el ejecutante del contrato de mantenimiento de la vía.

De manera general, se deberán llevar a cabo las correspondientes actividades de limpieza, conservación, reparación y reconstrucción de la estructura de pavimento que se requieran para mantener la calzada en buen estado y garantizar su correcto funcionamiento, primando la comodidad y seguridad del usuario.

De manera específica, las intervenciones de mantenimiento pueden llegar a incluir actividades como limpiezas de rutina de bermas, derecho de vía, señalización vertical y horizontal, sistemas de manejo de aguas, además, en la estructura de pavimento se podría llegar a requerir acciones de sellado de juntas y fisuras y reparaciones superficiales o profundas de la losa de concreto.

Teniendo en cuenta que pueden ocurrir una gran diversidad de eventos aleatorios, se recomienda que la frecuencia de las intervenciones se encuentre supeditada a un proceso de observación del estado de la vía.

En cuanto al pavimento se puede presentar deterioro en todos los elementos que lo componen o presentarse irregularidades en algunos de ellos. Cada tipo de deterioro puede ser generado por una o más razones y las respectivas reparaciones se deben ejecutar buscando eliminar el factor que lo produce y que la estructura de pavimento recupere sus buenas condiciones iniciales de funcionalidad.

Las reparaciones menores deberán llevarse a cabo sin realizar un análisis engorroso sobre la problemática y/o posible solución, sin embargo, cuando las reparaciones involucren grandes áreas o se proyecte la utilización de una gran cantidad de recursos, se recomienda desarrollar un análisis detallado de la patología.

A continuación, se enlistarán dichos fenómenos y se presentarán recomendaciones sobre acciones correctivas.

10.1. DETERIORO EN JUNTAS

Se puede llegar identificar deficiencia en el sellado de estas, presentarse descantillado de los bordes de losa o desplazamientos que generen la separación entre módulos.

Previamente, se deberá identificar la magnitud del ancho de las juntas que presenten deficiencia en su sellado. A continuación, se presentan los rangos de ancho de las juntas y las características del material de sello.

- Juntas de hasta 12 mm, se deberán emplear productos de sellado que permitan una deformación entre el 20% y 30%. Los imprimantes y cordones de respaldo serán los adecuados y compatibles con el sellante.
- Juntas entre 12 mm y 20 mm, se deberán emplear productos de sellado termoplásticos, aplicados en caliente que permitan una deformación entre el 10% y 20%. Los imprimantes y cordones de respaldo serán los adecuados y compatibles con el sellante.
- Juntas y grietas entre 20 mm y 30 mm, se deberán emplear productos de sellado tipo masillas asfálticas, modificadas con polímero.
- Juntas y grietas con ancho superior a 30 mm, se deberán emplear mezclas de arena y emulsión asfáltica, con una dosis mínima del 18% de emulsión.

En todos los casos, se deberá ejecutar un proceso de limpieza en toda su longitud y profundidad, empleando hojas de sierra, herramientas manuales o cualquier equipo que se requiera para la remoción del anterior sello o cualquier impureza para posteriormente llevar a cabo la imprimación y el sellado.

10.2. DETERIORO EN LOSAS

Las losas pueden llegar a presentar deterioro en superficie o en su espesor total, dependiendo del fenómeno que se presente, se determinarán las acciones que deberán ser llevadas a cabo para la reparación.

Para el caso de deterioros superficiales, se deberá remover la porción afectada por medio de aserrado y cincelado, haciendo previamente un corte con sierra. Luego se procede con el vaciado, disposición, fraguado y curado del concreto de reemplazo.

Para reparaciones profundas o totales, se deberá aislar la porción afectada y luego izar dicho elemento con cargadores frontales o grúas, se realiza la respectiva limpieza del fondo y se procede con las actividades habituales de colocación de concretos.

11. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

11.1. GENERALES

Mientras existan requerimientos, claridades o insumos faltantes de diseño de geotecnia, geología u otras disciplinas, mencionadas en el informe o transmitidas vía correo electrónico o cualquier otro medio digital o físico al cliente o al delegado por él, el presente informe no podrá ser tomado como definitivo y deberá ser considerado como un borrador de un estudio de suelos preliminar, no avalado por esta oficina.

Este documento solo es válido con la presencia de las firmas y sello en relieve en hoja de portada y pie de firma al final del informe.

Antes de iniciar la construcción y durante la ejecución del proyecto, se debe vincular en todo momento al ingeniero geotecnista, con una participación mediante visitas técnicas, aprobaciones de fundaciones, aprobaciones de cortes y/o llenos, aprobaciones de aspectos y procedimientos constructivos que estén asociados al diseño geotécnico. Esta participación será levantada mediante actas de visita y/o correos electrónicos. El acompañamiento deberá cotizarse en su debido momento con esta oficina y ser solicitado de manera oportuna.

11.2. CIMENTACIONES Y CONTENCIONES

• El suelo en la base de las cimentaciones deberá ser aprobado por el ingeniero geotecnista que aparece en el pie de firma antes del vaciado de esta y deberá coincidir con el recomendado en el presente estudio de suelos. En caso de encontrarse diferencias a las hipótesis de diseño aquí planteadas, se deberá suspender la construcción de las fundaciones y se deberá informar inmediatamente a esta oficina para hacer las revisiones o ajustes respectivos.

• No atender las recomendaciones de instrumentación y control contenidas en el estudio, exime de responsabilidad a esta oficina frente a la ocurrencia de eventos adversos.

• Es posible que el perfil de suelos presente variaciones estratigráficas con relación a las descritas en el presente informe debido a la naturaleza heterogénea propia de los suelos, razón por la cual, en caso de presentarse el estrato portante a una profundidad superior, se deberá alcanzar el mismo para cimentar la fundación diseñada sin que esto represente errores u omisiones en el informe geotécnico.

• Es posible que el perfil de suelos presente variaciones estratigráficas con relación a las descritas en el presente informe debido a la naturaleza heterogénea propia de los suelos, razón por la cual, en caso de presentarse comportamientos no previstos en estabilidad de taludes y contenciones, se deberá informar de manera oportuna a esta oficina para realizar los ajustes pertinentes sin que eso represente errores u omisiones en el informe geotécnico.

• Es posible que el perfil de suelos presente variaciones estratigráficas con relación a las descritas en el presente informe debido a la naturaleza heterogénea propia de los suelos, razón por la cual, en caso de presentarse comportamientos no previstos en términos de deformaciones en excavaciones y asentamientos en la estructura, se deberá informar de manera oportuna a esta oficina para realizar los ajustes pertinentes sin que eso represente errores u omisiones en el informe geotécnico.

12. BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA AIS. (2010). Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10.

AASTHO (2012). Design Specifications. Customary U.S.

BUDHU, M. (2010). Soil mechanics and foundations, 3th Edition. John Wiley & sons, Inc.2010.

DAS, B. M. (2011). Principles of foundations engineering, 7th Edition. Cenage Learning, Inc.2011.

BOWLES, J. E. (1997). Foundation Analisys and Desing, 5th Edition. McGraw-Hill Companies, Inc.1997.

DAS, B. M. Principios de Ingeniería de Cimentaciones. CENGAGE Learning, 7ª Ed, USA, 2011.

GONZÁLEZ, A. J. (1999). Estimativos de parámetros efectivos de resistencia con el SPT. X jornadas Geotécnicas de la Ingeniería Colombiana.

INVIAS (2008) Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.

Carlos Mario Henao Yepes
Ingeniero civil, Especialista en ingeniería – geotecnia
MP: 05202-375570 ANT

MATRICULA PROFESIONAL

041232-0583713 BYC

R2021087380



REPÚBLICA DE COLOMBIA

COPNIA

Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

INGENIERIA GEOLOGICA

DUVAN YESID MUNEVAR TOCARRUNCHO

ID: 1049646112

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA Y TECNOLOGICA DE COLOMBIA - UPTC

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL

Yo, **Duvan Yesid Munevar Tocarruncho,** Ingeniero Geólogo con Matricula Profesional No. **041232-0583713 BYC**, con experiencia certificada en el ejercicio profesional, debidamente registrado en el **CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA**, por medio del presente documento declaro que asumo toda responsabilidad del diseño de estudios del volumen de geología del proyecto: **ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL**, por los perjuicios que a causa de ellos puedan deducirse, siempre y cuando se cumplan las recomendaciones y especificaciones dadas en el VOLUMEN DE ESTUDIOS de geología y exonero a la administración municipal de El Peñol, departamento de Antioquia; Gobernación de Antioquia; Ministerio de Transporte e INVÍAS por los daños y perjuicios que de este volumen pudieran derivarse.

Volumen de Estudios de geología elaborado de acuerdo con los requerimientos normativos requeridos por el **MINISTERIO DE TRANSPORTE.**

Para constancia de lo anterior se firma en la ciudad de Medellín a los 26 días del mes de mayo del año 2025.

Atentamente,

Duvan Munevar T.

Duvan Yesid Munevar Tocarruncho

REPÚBLICA DE COLOMBIA

COPNIA

Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2025-3632843

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que DUVAN YESID MUNEVAR TOCARRUNCHO, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1049646112, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA GEOLOGICA con MATRICULA PROFESIONAL 041232-0583713 BYC desde el 06 de Septiembre de 2021, otorgado(a) mediante Resolución Nacional R2021087380.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los veintiseis (26) días del mes de Mayo del año dos mil veinticinco (2025).

Rubén Darío Ochoa Arbeláez

Firma del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado

El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.

Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web

ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL

ESTUDIO GEOTÉCNICO

2025

HOJA DE CONTROL DE DOCUMENTO			
Nombre del documento:	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL		
Código del documento:	DYCO-PEÑO-003-01-GEOT-INF-001		
Versión: V1		**Fecha de la versión:**	**11-04-2025**

ELABORACIÓN, REVISIÓN, VERIFICACIÓN Y APROBACIÓN			
Actividad	**Fecha**	**Nombre del ejecutor**	**Firma**
Elaboración	09/03/2025	Duvan Munevar	Duvan Munevar T.
Revisión	10/04/2025	Carlos Henao	
Aprobó	11/04/2025	Juan Camilo Ríos	

DISTRIBUCIÓN		
Persona a quien se envía	**Cargo**	**Organización**

CONTROL DE VERSIONES		
Versión	**Fecha**	**Naturaleza del cambio realizado con respecto a la versión anterior**

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 1

2. OBJETIVOS Y ALCANCE 2

2.1. OBJETIVO 2

2.2. ALCANCE 2

3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO 4

4. TRABAJOS DE CAMPO 6

5. EFECTOS SÍSMICOS LOCALES NSR-10 8

6. GEOLOGÍA REGIONAL 13

6.1. DEPÓSITOS ALUVIALES (Q2AL) 13

6.2. BATOLITO ANTIOQUEÑO (Q2TA Y Q2MG) 15

6.3. COMPLEJO EL RETIRO, ANFIBOLITAS DE MEDELLÍN (PRAM) 17

7. GEOMORFOLOGÍA REGIONAL 25

7.1. LOMERÍOS DISECTADOS (DLDI): 25

7.2. LOMERÍOS MUY DISECTADOS (DLMD): 26

7.3. LOMERÍOS POCO DISECTADOS (DLPD): 26

7.4. PLANICIE ALUVIAL CONFINADA (FPAC) 27

7.5. EMBALSES (AEMB) 27

8. DESCRIPCIÓN DEL SUBSUELO 29

8.1. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA 29

8.2. NIVEL FREÁTICO 30



8.3. HORIZONTE DE METEORIZACIÓN 31

8.4. PROGRAMA DE LABORATORIO 32

8.5. ÍNDICE DE PLASTICIDAD 36

8.6. ÍNDICE DE CONSISTENCIA 36

8.7. PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO 38

9. CONCLUSIONES 44

10. RECOMENDACIONES 46

10.1. EXCAVACIONES PARA MEJORAMIENTOS 46

10.2. COMPACTACIÓN DEL MATERIAL DE REEMPLAZO DE LA SUBRASANTE 46

10.3. MANEJO DE AGUAS SUBSUPERFICIALES 47

10.4. RELLENOS NO ESTRUCTURALES 47

10.4.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO 48

10.5. RELLENOS EN MUROS DE CONTENCIÓN Y SOBRE TALUDES TEMPORALES 49

10.5.1. GEOMETRÍA DE LOS RELLENOS 50

10.6. TERRAPLENES 50

10.7. MANEJO DE AGUAS 53

10.7.1. SUB-DRENES DE ZANJA 53

10.7.2. SUB-DREN EN MUROS DE CONTENCIÓN 53

10.7.3. DRENES PARA AGUAS SUPERFICIALES TIPO CUNETA 54

10.7.4. SUB-DRENES DE PENETRACIÓN 55

11. MANTENIMIENTO 56

11.1. DETERIORO EN JUNTAS 57
11.2. DETERIORO EN LOSAS 58
12. LIMITACIONES DEL ESTUDIO 59
12.1. GENERALES 59
12.2. CIMENTACIONES Y CONTENCIONES 59
13. BIBLIOGRAFÍA 61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Ubicación local zona de estudio 1

Figura 4-1. Ubicación general exploración en campo 7

Figura 5-1. Espectro elástico de aceleraciones de diseño como fracción de g. 9

Figura 5-2. Extracto literal A.2.5.1 titulo A norma NSR-10 11

Figura 5-3. Espectro elástico de aceleraciones de diseño como fracción de g. para el municipio de El Peñol. 12

Figura 6-1. Mapa geológico plancha 147, Medellín Oriental 13

Figura 7-1. Plancha 147, Mapa Geomorfológico Medellín Oriental 25

Figura 8-1. Sondeos exploratorios ejecutados. 30

Figura 8-2. Variación de la humedad natural y de los límites de consistencia con la profundidad. 35

Figura 8-3. Variación de la granulometría con la profundidad. 35

Figura 8-4. Ubicación del material fino granular analizado en la carta de Casagrande. 35

Figura 8-5. Variación del índice de plasticidad con la profundidad. 37

Figura 8-6. Variación del índice de consistencia con la profundidad. 38

Figura 8-7. Procedimiento de ejecución del ensayo PDC. 39

Figura 8-8. Elementos del equipo PDC. 39

Figura 8-9. Ubicación general de los ensayos PDC ejecutados 40

Figura 8-10. Ejecución del ensayo PDC en los tramos de vía analizado. 41

Figura 10-1. Sistema de drenes por debajo del piso. 53

Figura 10-2. Esquema sub-dren trasdós muro de contención 54

Figura 10-3. Detalle de zanjas de la corona para el control de las aguas superficiales en un talud 54

Figura 10-4. Esquema sub-dren de penetración en talud de lleno 55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1. Características de los sondeos ejecutados 7
Tabla 5-1. Clasificación de los perfiles de suelos 8
Tabla 5-2. Valores del Coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro 10
Tabla 5-3. Valores del coeficiente de importancia, I 11
Tabla 5-4. Valores de KST/a_{max} mínimos para análisis seudoestático de taludes. 12
Tabla 8-1. Clasificación de los suelos según el grado de meteorización. 31
Tabla 8-2. Relación de ensayos de laboratorio realizados 33
Tabla 8-3. Resumen de los ensayos de propiedades índice de los materiales 33
Tabla 8-4. Potencial de expansión basado en los límites de consistencia 36
Tabla 8-5. Índice de consistencia de los suelos 37
Tabla 8-6. Propiedades de expansión y consistencia de los materiales 37
Tabla 8-7. Coordenadas y abscisas de los ensayos PDC ejecutados. 40
Tabla 8-8. Correlaciones para el cálculo del valor CBR a partir de los valores PDC 42
Tabla 8-9. Resultados ensayo PDC 1 42
Tabla 8-10. Resultados ensayo PDC 2 42
Tabla 8-11. Resultados ensayo PDC 3 43
Tabla 8-12. Resultados ensayo PDC 4 43
Tabla 10-1. Requisito de los materiales para Terraplenes 48
Tabla 10-2. Requisito de los materiales para Terraplenes 52

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A	Ensayo PDC
Anexo B	Ensayos de laboratorio
Anexo C	Aforos de tránsito
Anexo D	Cálculo de EE y TPD

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe contiene el estudio geotécnico para el diseño de pavimento en pavimento flexible del proyecto ubicado en la Carrera 23C y vía del Parque Agro-Empresarial del municipio de El Peñol, en el departamento de Antioquia, dicho proyecto comprende aproximadamente 150 m de conexión vial (90 m y 60 m respectivamente) y se encuentra en el costado norte del casco urbano del municipio (ver Figura 1-1).



Figura 1-1. Ubicación local zona de estudio
Fuente: Google Earth, 2025.

El proyecto se desarrolló dentro del marco normativo del *Instituto Nacional de Vias (*INVIAS) y la AASHTO-93.

2. OBJETIVOS Y ALCANCE

2.1. OBJETIVO

Definir la estructura de pavimento del proyecto con base en:

i) Las características geomecánicas de la subrasante o de la estructura vial existente
ii) El número de repeticiones esperadas de ejes equivalentes.
iii) Las condiciones generales de la zona analizada.

Permitir identificar, analizar y evaluar mediante guías, ensayos y metodologías, los requerimientos necesarios para determinar los diseños para estructuras de pavimentos nuevos, como en este caso.

2.2. ALCANCE

- Identificar y caracterizar mediante técnicas de exploración y muestreo los materiales que conforman la subrasante en toda la longitud del proyecto.

- Realizar la exploración del subsuelo, según lo contenido en la norma INVIAS para diseño de pavimento flexible, NSR – 10 y CCP-14 o la normatividad vigente aplicable, cada sitio inestable o en las zonas que el geotecnista considere conveniente, las cuales deben alcanzar profundidades tales que permitan precisar la posición de superficies de falla, o espesores de las capas de suelos involucradas en los movimientos, los materiales presentes y posición de niveles de roca o suelos competente, la localización de los niveles freáticos y datos necesarios para el cálculo de la socavación, y determinar propiedades geo-mecánicas de los suelos que se utilizaran para el estudio geotécnico.

- Determinar y caracterizar mediante ensayos de laboratorio las propiedades físicas y mecánicas más importantes de los suelos representativos de la subrasante y homogenizar mediante los resultados de CBR, sectores para el diseño de la estructura del pavimento.

- Caracterizar geotécnicamente los materiales de obra, que componen la estructura de pavimento, en especial materiales de rodadura y de capas granulares, estabilizadas, según el caso.

- Definir los espesores y materiales más apropiados que pueden ser colocados de acuerdo con las condiciones del proyecto y que constituirán la estructura de pavimento; así como las zonas de extracción y sitios para disposición de materiales sobrantes de los materiales durante la construcción.

- Diseñar una estructura que sea cómoda, funcional, segura, económica y que cumpla técnicamente con la normativa vigente.

- Presentar recomendaciones técnicas, en especial en el proceso constructivo que contribuyan durante el proceso de obra para mitigar inadecuadas interpretaciones del diseño o inadecuadas prácticas de ingeniería que disminuyen la vida útil del pavimento.

3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

Para llevar a cabo este estudio, se ha planificado un riguroso proceso de análisis que comprende diversas etapas, cada una de las cuales es fundamental para obtener una caracterización precisa del terreno. Estas etapas incluyen:

- Visita al proyecto y sus alrededores por parte de los profesionales en geología y geotecnia para determinar rasgos geomorfológicos y características con el objetivo de establecer preliminarmente las particularidades del tramo estudiado.

- Recopilación de información secundaria, como la ubicación del proyecto dentro del mapa Geológico y Geomorfológico de la plancha 147 Medellín Oriental, del Servicio Geológico Colombiano, 1975.

- Ejecución de sondeos exploratorios manuales y toma de muestras alteradas para la caracterización visual del suelo y determinación de propiedades índices y clasificación (enmarcados en la norma ASTM D 1586-11). Alcanzando las profundidades bastas y suficientes para la caracterización físico – mecánica del subsuelo por debajo del nivel de rasante proyectado

- Estimación de la posición del nivel freático en la zona de influencia del desarrollo del proyecto.

- Desarrollo de programa de ensayos de laboratorio para la caracterización física y mecánica de los materiales recuperados.

- Ejecución de ensayos *in* situ, como el ensayo PDC (penetrómetro dinámico de cono) para estimar la resistencia al corte de los materiales que conforman la subrasante y determinar su idoneidad para ejercer como base o subbase.

- Estimación de la capacidad de carga de la subrasante mediante el ensayo del California Bearing Ratio (CBR), ejecutado sobre muestras representativas recuperadas cada 250 m a lo largo del tramo diseñado o, en su defecto, estimar este parámetro con base en los resultados del ensayo PDC.

- En caso de que los resultados del ensayo CBR no sean satisfactorios, es decir, si los valores del CBR se encontrasen por debajo del 3%, se procederá con el diseño de un material de reemplazo idóneo para la subrasante mediante el método de la deflexión máxima, desarrollado por Ivanov (1973), el cual consiste en estimar la capacidad y espesor de la capa necesarios de dicho material para soportar las cargas que representará la implementación de la placa huella.

- Estimación de parámetros efectivos de resistencia a partir de información e investigaciones disponibles para materiales similares.

- Estimación de módulos elásticos a partir de las correlaciones para los valores de CBR obtenidos.

- Elaboración del perfil del subsuelo y posterior integración al modelo de cálculo para el estudio con base en los resultados de los ensayos de campo y laboratorio.

- Recomendaciones para obras de estabilización de taludes y obras complementarias.

4. TRABAJOS DE CAMPO

La campaña de exploración, siguiendo las recomendaciones del INVIAS para el diseño de pavimentos flexibles, deberá hacerse cada 250,0 m con una profundidad mínima de 1,5 m. El objetivo primordial de dicha campaña exploratoria fue proporcionar el conocimiento sobre el subsuelo hasta la profundidad auscultada y caracterizar física y mecánicamente los materiales que conformarán la subrasante además de estimar si la ubicación del nivel freático se encuentra dentro de esta profundidad explorada.

Para esta campaña, se llevaron a cabo sondeos exploratorios manuales, los cuales constaron de apiques o calicatas con dimensiones mínimas de 1,0 m X 1,0 m X 1,5 m, de los cuales se extrajeron muestras alteradas con el objetivo de realizar ensayos de clasificación de estos materiales para obtener sus propiedades índice, como la humedad natural, distribución granulométrica e índices de consistencia de la porción fina. Se consideró que con esta densidad de sondeos se cubre de manera amplia y basta el corredor vial y la zona de estudio en general.

Posteriormente, se ejecutaron ensayos en sitio de resistencia al esfuerzo cortante, mediante el equipo PDC (Penetrómetro Dinámico de Cono) (INV-172), además, se llevó a cabo un programa de laboratorio, dentro del cual se contemplaron distintos ensayos que permitieran principalmente la caracterización física de los materiales recuperados, es decir, ensayos de clasificación de los materiales, como la medida del contenido de agua o humedad natural (INV-122), límites de consistencia (INV-125), análisis granulométrico con lavado sobre el tamiz 200 (INV-123).

En la Tabla 4-1 se encuentra la ubicación, altura y profundidad de los sondeos ejecutados. Estas coordenadas fueron tomadas mediante un GPS marca Garmin referencia E-TREX, el cual posee un margen de error de 5,0 m. Además, en la Figura 4-1 se puede observar la distribución en planta de los sondeos exploratorios realizados dentro del corredor vial.

Tabla 4-1. Características de los sondeos ejecutados

Sondeo	Profundidad (m)	Coordenadas globales WGS-84			
		Latitud	Longitud	Altura (m s.n.m.)	Abscisa
AP1-PDC1	1,5	6°13'21.30"N	75°14'44.33"O	1.963	km 0+045
PDC2	-	6°13'20.29"N	75°14'45.04"O	1.965	km 0+090
PDC3	-	6°13'22.42"N	75°14'43.49"O	1.958	km 0+000
AP2-PDC4	1,5	6°13'25.72"N	75°14'43.10"O	1.963	km 0+030

Fuente: DYCO S.A.S., 2025



Figura 4-1. Ubicación general exploración en campo
Fuente: DYCO S.A.S., 2025.

5. EFECTOS SÍSMICOS LOCALES NSR-10

Se realizó la caracterización del tipo de perfil de suelos a partir de los resultados del ensayo SPT, en este caso, siendo necesario emplear el número promedio de golpes ($\bar{N}$), de acuerdo con lo establecido en el titulo A de la norma NSR-10 (ver Tabla 5-1).

Tabla 5-1. Clasificación de los perfiles de suelos

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{V}s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\bar{V}s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante	760 m/s > $\bar{V}s \geq 360$ m/s
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda que cumpla con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$ $\bar{S}_u \geq 100$ kPa (= 1,00 kgf/cm2)
D	Perfiles de suelos rigidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante	360 m/s > $\bar{V}s \geq 180$ m/s
	Perfiles de suelos rigidos que cumplan con cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$ 100 kPa (= 1,00 kgf/cm2) > $\bar{S}_u \geq 50$ kPa (= 0,50 kgf/cm2)
E	Perfil que cumpla con el criterio de velocidad de la onda de cortante	180 m/s > $\bar{V}_s$
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w ≥ 40% 50 kPa (= 0,50 kgf/cm²) > $\bar{S}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: * F1 - Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. * F2 - Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3,0 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). * F3 - Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7,5 m con índice de plasticidad IP > 75). * F4 - Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36,0 m)	

Fuente: NSR-10, Título A, 2010

Con base en los resultados de ensayos SPT ejecutados en la zona, se tiene un N_{SPT} promedio infeerior a los 50 golpes, por lo tanto, se estima un suelo con perfil tipo D.

Para los análisis seudo-estáticos, se emplean las recomendaciones dadas en el numeral H.5.2.5 de la NSR-10, en donde se especifica el coeficiente de diseño para análisis seudo-estáticos de taludes (KST) en función de la aceleración máxima del terreno (a_{max}), calculada en función de la aceleración pico efectiva (a_a), del factor de amplificación (F_a) y del coeficiente de importancia (I), así:

$$a_{max} = a_a * F_a * I$$

Ecuación 5-1 aceleración pico del terreno (NSR-10, Título A, literal A.2.6.1.1)

Este valor de a_{max} se extrae como la aceleración inicial o aceleración en el periodo cero del espectro de aceleraciones cuya construcción se indica en el capítulo A.2.6.1.2 del Título A de la norma NSR-10, y señalado en la Figura 5-1.

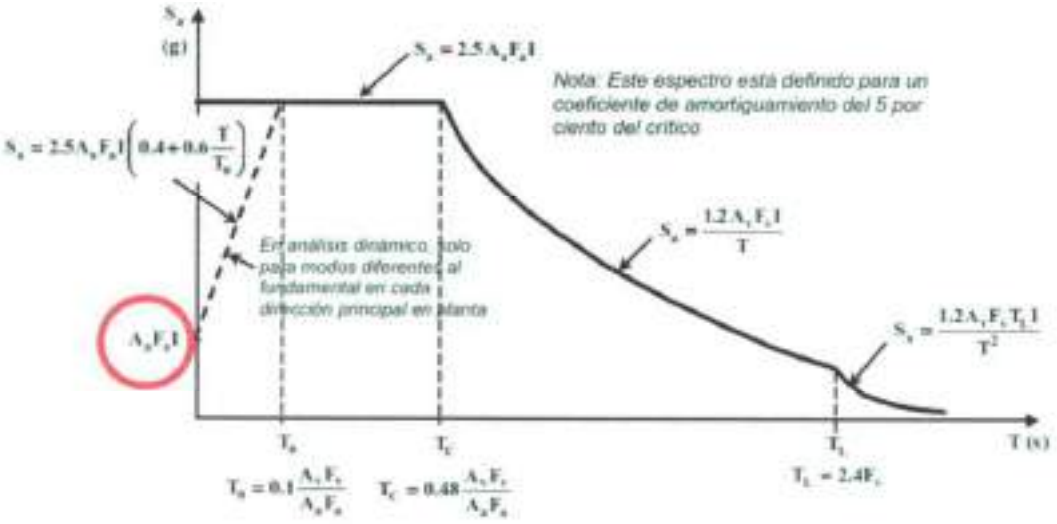


Figura 5-1. Espectro elástico de aceleraciones de diseño como fracción de g.
Fuente: NSR-10, Título A, 2010.

La microzonificación sísmica incluida en el titulo A de la norma NSR-10, estableció un valor para A_a de 0,15 para sismos de servicio en la zona del proyecto.

El factor de amplificación (Fa) se extrae de la tabla A.2.4-3 de la norma NSR-10 título A y está dado en función del tipo de perfil de suelo y el coeficiente de aceleración pico efectivo en roca (A_a) según la ubicación del proyecto. Para este caso, con A_a de 0,15 y tipo de suelo D, se considera un Fa de 1,5 (ver Tabla 5-2).

Tabla 5-2. Valores del Coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro

Tipo de perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	Aa ≤ 0,1	Aa = 0,2	Aa = 0,3	Aa = 0,4	Aa ≥ 0,5
A	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
B	1	1	1	1	1
C	1,2	1,2	1,1	1	1
D	1,6	1,4	1,2	1,1	1
E	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
F	Especial				

Fuente: NSR-10, Titulo A. 2010.

Por tratarse de dos taludes adyacente a una vivienda, es decir, edificación catalogada dentro del grupo de uso I, de acuerdo con el literal A.2.5.1. del título A de la norma NSR-10, así como se indica en la Figura 5-2.

A.2.5.1 — GRUPOS DE USO — Todas las edificaciones deben clasificarse dentro de uno de los siguientes Grupos de Uso.

A.2.5.1.1 — *Grupo IV — Edificaciones indispensables* — Son aquellas edificaciones de atención a la comunidad que deben funcionar durante y después de un sismo, y cuya operación no puede ser trasladada rápidamente a un lugar alterno. Este grupo debe incluir:

(a) Todas las edificaciones que componen hospitales clínicas y centros de salud que dispongan de servicios de cirugía, salas de cuidados intensivos, salas de neonatos y/o atención de urgencias,
(b) Todas las edificaciones que componen aeropuertos, estaciones ferroviarias y de sistemas masivos de transporte, centrales telefónicas, de telecomunicación y de radiodifusión,
(c) Edificaciones designadas como refugios para emergencias, centrales de aeronavegación, hangares de aeronaves de servicios de emergencia,
(d) Edificaciones de centrales de operación y control de líneas vitales de energía eléctrica, agua, combustibles, información y transporte de personas y productos,
(e) Edificaciones que contengan agentes explosivos, tóxicos y dañinos para el público, y
(f) En el grupo IV deben incluirse las estructuras que alberguen plantas de generación eléctrica de emergencia, los tanques y estructuras que formen parte de sus sistemas contra incendio, y los accesos peatonales y vehiculares de las edificaciones tipificadas en los literales a, b, c, d y e del presente numeral.

A.2.5.1.2 — *Grupo III — Edificaciones de atención a la comunidad* — Este grupo comprende aquellas edificaciones, y sus accesos, que son indispensables después de un temblor para atender la emergencia y preservar la salud y la seguridad de las personas, exceptuando las incluidas en el grupo IV. Este grupo debe incluir:

(a) Estaciones de bomberos, defensa civil, policía, cuarteles de las fuerzas armadas, y sedes de las oficinas de prevención y atención de desastres,
(b) Garajes de vehículos de emergencia,
(c) Estructuras y equipos de centros de atención de emergencias,
(d) Guarderías, escuelas, colegios, universidades y otros centros de enseñanza,
(e) Aquellas del grupo II para las que el propietario desee contar con seguridad adicional, y
(f) Aquellas otras que la administración municipal, distrital, departamental o nacional designe como tales.

A.2.5.1.3 — *Grupo II — Estructuras de ocupación especial* — Cubre las siguientes estructuras:

(a) Edificaciones en donde se puedan reunir más de 200 personas en un mismo salón,
(b) Graderías al aire libre donde pueda haber más de 2000 personas a la vez,
(c) Almacenes y centros comerciales con más de 500 m² por piso,
(d) Edificaciones de hospitales, clínicas y centros de salud, no cubiertas en A.2.5.1.1,
(e) Edificaciones donde trabajen o residan más de 3000 personas, y
(f) Edificios gubernamentales.

A.2.5.1.4 — *Grupo I — Estructuras de ocupación normal* — Todas las edificaciones cubiertas por el alcance de este Reglamento, pero que no se han incluido en los Grupos II, III y IV.

Figura 5-2. Extracto literal A.2.5.1 titulo A norma NSR-10
Fuente: NSR-10, Título A.

El coeficiente de importancia (I) de acuerdo con la tabla A.2.5-1 del título A de la norma NSR-10 y relacionada a continuación, es de 1,00, como se puede observar en la Tabla 5-3.

Tabla 5-3. Valores del coeficiente de importancia, I

Grupo de uso	Coeficiente de importancia, I
IV	1,50
III	1,25
II	1,10
I	1,00

Fuente: NSR-10, Título A.

Reemplazando estos valores, se obtiene un a_{max} de 0,225 g.

El coeficiente sísmico de diseño para análisis pseudoestático de taludes, el cual debe tener un valor igual o inferior al a_{max}, se calcula en función del material presente en el perfil de suelos y del tipo de análisis según lo indicado en la tabla H.5.2-1 del título H de la norma NSR-10, presentada en la Tabla 5-4.

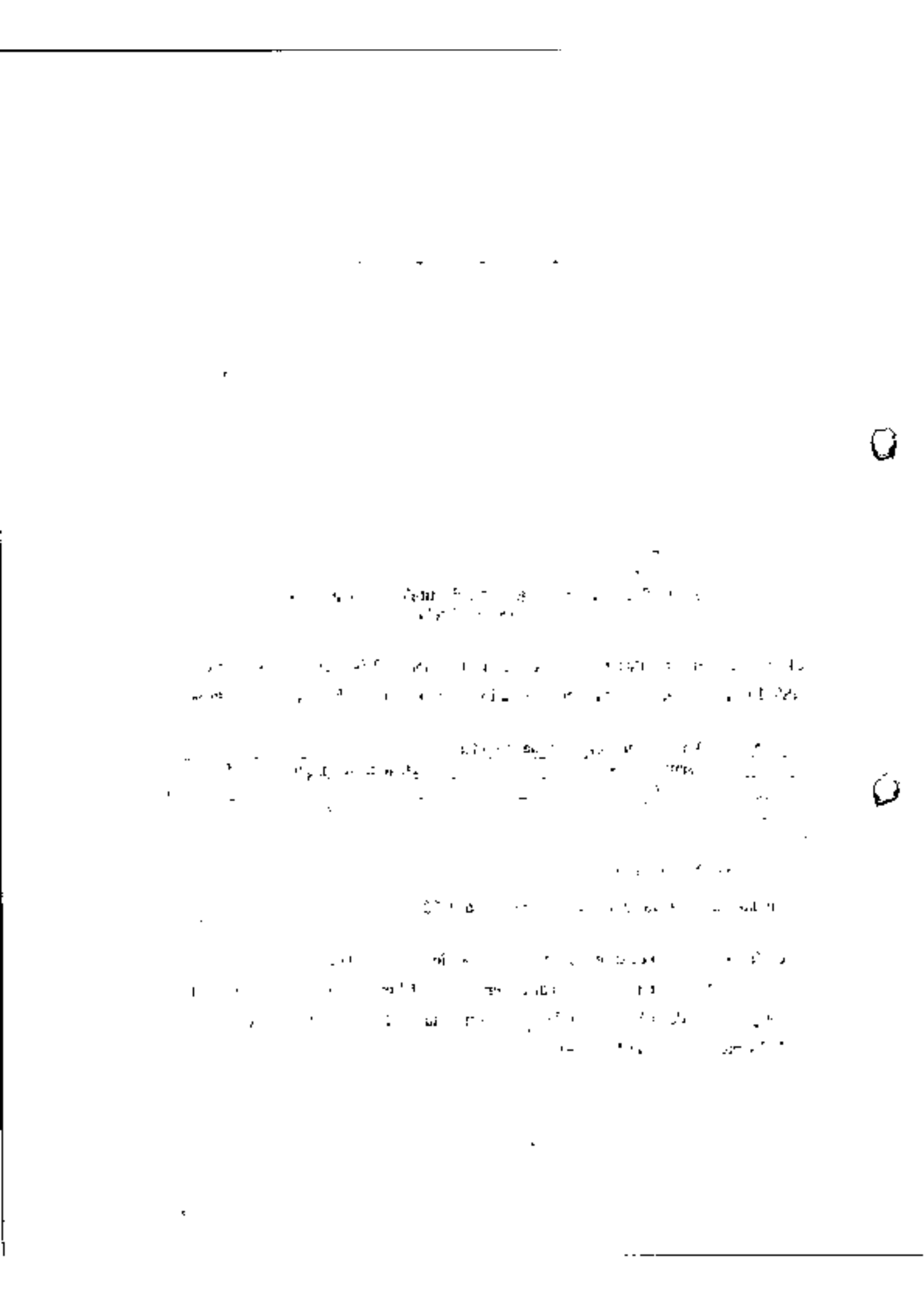


Tabla 5-4. Valores de KST/a_{max} mínimos para análisis seudoestático de taludes.

Material	KST/a_{max} mínimo	Análisis de amplificación mínimo
Suelos, enrocados y macizos rocosos muy fracturados (RQD < 50%)	0,80	Ninguno
Macizos rocosos (RQD > 50%)	1,00	Ninguno
Todos los materiales térreos	0,67	Amplificación de onda unidimensional en dos columnas y promediar
Todos los materiales térreos	0,50	Amplificación de onda bidimensional

Fuente: NSR-10, Título H.

De acuerdo con el perfil estratigráfico encontrado en el sitio de estudio y referido a los valores establecidos en la Tabla 5-2 se determina qué la relación KST/a_{max} para el proyecto corresponde a Suelos, enrocados y macizos rocosos muy fracturados (RQD<50%), es decir, se despeja KST, de la siguiente forma: KST = 0,8*a_{max}. Finalmente, coeficiente sísmico de diseño para análisis seudoestático (KST) es KST = 0,8 * 0,225, entonces KST = 0,23 = K_h.

El coeficiente sísmico de diseño vertical, K_v, corresponde a 2/3 de la aceleración horizontal; es decir, K_v = 0,18. El espectro de respuesta para este municipio se puede observar en la Figura 5-3.

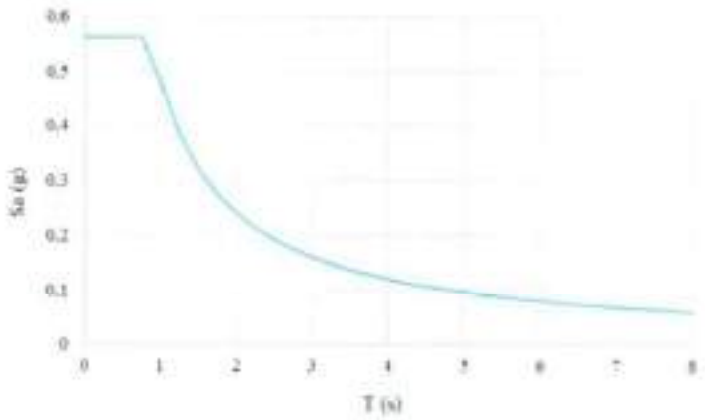


Figura 5-3. Espectro elástico de aceleraciones de diseño como fracción de g. para el municipio de El Peñol.
Fuente: DYCO S.A.S., 2025.

6. GEOLOGÍA REGIONAL

El proyecto para la construcción de la vía se ubica según la plancha 147 de Medellín Oriental, a nivel regional sobre las unidades geológicas de *Depósitos Aluviales (Q2al), Batolito Antioqueño (K2ta, K2mg) y Complejo El Retiro (PRam)*, tal y como se observa en la Figura 6-1.

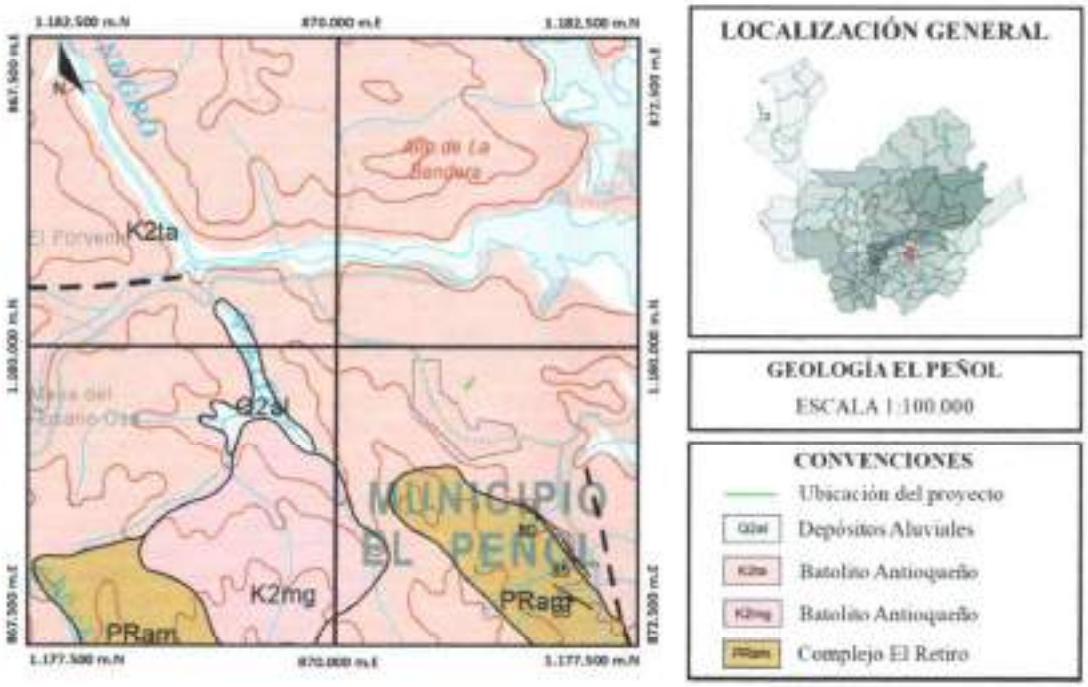


Figura 6-1. Mapa geológico plancha 147, Medellín Oriental
Fuente: Servicio Geológico Colombiano, 2005.

A continuación, se presenta la descripción de las unidades geológicas que se encuentran dentro del área de influencia directa e indirecta del proyecto.

6.1. DEPÓSITOS ALUVIALES (Q2AL)

Los depósitos aluviales en la plancha 147 Medellín Oriental ocupan las llanuras de inundación de los cauces actuales; están conformados por material suelto como bloques y

gravas de rocas metamórficas, plutónicas y cuarzo en diferentes proporciones en una matriz de material arcillo – arenoso no coherente. De los depósitos aluviales en plancha, por su extensión y amplitud se destacan los que se encuentran a lo largo de los ríos Medellín, Negro, Pereira y las quebradas La Mosca, Cimarrona, La Honda, Ovejas, Marinilla y La Magdalena.

En el río Medellín los depósitos aluviales generados por el río y sus afluentes tienen forma alargada irregular y de abanicos con variedad en litología, tamaño y espesor que aumenta su extensión hacia el Norte del valle.

Estos depósitos están conformados por bloques y gravas de dunitas, rocas ígneas plutónicas (diorita, cuarzodiorita), metamórficas (neises y anfibolitas) y cuarzo en diferentes proporciones y sin estratificación, en una matriz de arena gruesa a gravas medias o areno limosa, de color gris, con cementación débil a moderada.

Los clastos están, por lo general, mal seleccionados, con formas desde subangulares a redondeadas, en tamaños desde métricos hasta centimétricos, en algunos casos muestran una imbricación en el sentido de la corriente, en otros, deposición sin estratificación. Aunque los depósitos aluviales son comunes a lo largo de la mayoría de las corrientes en el área de la plancha, por su extensión y amplitud no todas son representables a la escala del mapa geológico y sólo aparecen en éste los de mayor extensión. También se da el caso que, aunque aparecen marcados como aluviones, pero existen dentro de estas zonas, acumulaciones de material coluvial que por su ocurrencia local y poca extensión no se han separado.

Los espesores de estos depósitos oscilan entre 10 m y 20 m, pero en el valle del río Medellín existen depósitos como los aluviotorrenciales de las quebradas La García y La Seca en Bello que alcanzan espesores hasta de 60 m (Área Metropolitana, 2002).

Debido a su alta permeabilidad, exhiben un grado de meteorización alto, actualmente son disectados por las mismas corrientes que formaron dichos depósitos. Un perfil típico de esta

unidad está descrito en el informe de Microzonificación de Valle de Aburrá (Área Metropolitana, 2002) en la cantera de CONASFALTOS (Bello):

Horizontes A-B. Conformada por una capa orgánica limo arenoso de color gris oscuro con un espesor de 0,4 m.

La infrayacen arenas finas con lentes de limos y arcillas de color gris claro. Hacia la base se presenta un paquete de color gris claro de gravas finas a gruesas, subredondeadas y subesféricas de neis, cuarzo, basalto, cuarcita y esquistos, entre otros, clastosoportada embebida en una matriz arenosa débilmente cementada, dura, seca y no plástica con una relación gravas arena de 90/10 con un espesor de 10 m.

En las canteras de CONASFALTOS, PROCOPAL, Agregados y Triturados del Norte y Áridos de Antioquia la zona de explotación alcanza los 40 m de potencia en una columna estratigráfica donde predominan las gravas en paquetes con espesores superiores a los 20 m. Estos depósitos aluviales son del Holoceno y su espesor está en aumento debido a la sedimentación actual a lo largo de los canales de flujo y zonas aledañas sometidas a inundaciones periódicas y avalanchas ocasionales (Área Metropolitana, 2002). (Rodríguez, Gonzáles, & Zapata, 2005).

6.2. BATOLITO ANTIOQUEÑO (Q2TA Y Q2MG)

El nombre de esta unidad proviene del departamento de Antioquia (Botero 1940,1942) donde aflora sobre la parte axial de la Cordillera Central, cubriendo un área aproximada de 7.800 km2, sin incluir los cuerpos satélites, separados del cuerpo principal por rocas metamórficas. En la plancha 147 Medellín Oriental, de este cuerpo afloran 1.100 km2, un 14% de la extensión total; hacia la parte oriental y aunque en gran parte presenta una meteorización profunda, se puedan observar algunos afloramientos característicos en los cortes de las vías Santuario (H-6) – río Cocorná (H-8), Marinilla (F-6) - El Peñol (F-7) – Guatapé (F-9), Guarne (C-3) - San Vicente (C-6), Autopista Medellín – Guarne, entre el alto de Las Rosas (B-3) y

Guarne (C-3), en los ríos Cocorná (H-8), Rionegro (D-6, 7) y en varias de las quebradas que drenan el área.

En el presente trabajo se han considerado como parte del Batolito Antioqueño, posiblemente apófisis de éste, algunos cuerpos menores granitoides que, aunque separados geográficamente del cuerpo principal, presentan características litológicas, mineralógicas y texturales similares y una posición que hace suponer una relación genética con éste. Entre estos cuerpos se destacan los siguientes:

- Las Estancias (D12). Cuerpo localizado entre los bloques sur y central de la Dunita de Medellín, en contacto fallado con esta unidad e intrusivo en anfibolitas, presenta una forma irregular con una extensión de 3,6 km2, longitud mayor de dirección SW-NE de 2 km y una amplitud NW–SE de 1,2 km.

- Vereda La Quiebra - quebrada Palmichal (E-3). Cuerpo elongado en dirección N-S con una longitud de 2,3 km y amplitud promedio de 0,8 km, con una extensión de 1,8 km2, Intrusivo en anfibolitas con aureola de contacto caracterizado por zonas migmatíticas de inyección.

- Vereda Guaponte (C-4): Cuerpo elongado de dirección N-S con una longitud de 2.5 km y amplitud promedia de 0,7 km, con una extensión de 1,7 km2, es intrusivo en neises formando migmatitas de inyección con leucosoma cuarzo – feldespático en venas o bandas paralelas a la foliación metamórfica regional.

- Vereda El Pozo (E-7, 8): Cuerpo de dirección N15°W con una longitud de 3,3 km y amplitud variable de entre 1,9 km en el extremo norte y 0,7 al sur, con una extensión de 4,3 km2. Este cuerpo tiene una composición más ácida que la facies normal del Batolito y está limitando al E por la facies normal del cuerpo plutónico principal y al W por un cuerpo de anfibolita.

Las rocas del Batolito Antioqueño y los procesos de meteorización y erosión que sobre ellas han actuado generan geoformas de semicolinas redondeadas de poca altura, donde los agentes

de transporte del material, modelan el paisaje y contribuyen a formar vertientes cortas en valles estrechos, con drenaje dendrítico como respuesta a los procesos de escorrentía. Esto permite encontrar el material saprolítico profundo expuesto en superficie que luego es fácilmente removilizado por procesos erosivos.

El paisaje sobre el Batolito Antioqueño está constituido además por depósitos aluviales con algunas terrazas de poca altura y valles asociados a drenajes naturales de poca longitud donde los procesos de sedimentación han sido favorecidos por una disminución del gradiente hidráulico. Estas geoformas se encuentran a lo largo de los drenajes activos y morfológicamente presentan superficies planas con poca inclinación y localmente fuertemente disectadas.

La región de los valles de Rionegro, Guarne, Marinilla, San Vicente, El Peñol y Guatapé entre las cotas 2.200 y 1.950 msnm (embalse El Peñol), presenta colinas con sus superficies convexas, semejantes a domos de poca altura, disectadas por un drenaje semidendrítico, localmente modificado por la acción antrópica que produce deterioro en el paisaje en los canales naturales. En estas colinas no se ha desarrollado la meteorización profunda de las rocas del Batolito Antioqueño característica en otras regiones.

En la zona de El Peñol – Guatapé, el paisaje se caracteriza por colinas ligeramente alargados y cerros más pronunciados que los de los valles de Rionegro – Guarne - Marinilla y constituyendo localmente geoformas sobresalientes por su altura y diámetro conocidos en la región como "peñoles". (Rodríguez, Gonzáles, & Zapata, 2005).

6.3. COMPLEJO EL RETIRO, ANFIBOLITAS DE MEDELLÍN (PRAM)

La unidad metamórfica de mayor extensión en la plancha 147 Medellín Oriental está constituida por varios cuerpos de anfibolitas, que en conjunto han sido denominadas Anfibolitas de Medellín; estos cuerpos pueden presentar variaciones texturales y mineralógicas y en las relaciones con otras unidades litológicas, lo cual podría indicar más

de un origen, edad e historia metamórfica. Sin embargo, teniendo en cuenta el detalle de la cartografía geológica hecha durante el proyecto y la información petrográfica y geoquímica disponible, se considera como una sola unidad homogénea.

Teniendo en cuenta la distribución espacial y relaciones en el área de la plancha 147, se han separado dentro de la unidad de las Anfibolitas de Medellín los siguientes cuerpos:

1. Anfibolitas de la vereda Guarinó - San Bonifacio. Afloran al sur del Carmen de Viboral (H-6) en límite con la plancha 167 Sonsón y se extiende hacia esta plancha (González et al., 1980). Constituye un cuerpo de forma irregular, de dirección N-S, con una longitud de 5,7 km en el borde oriental y amplitud entre 6,8 km en el extremo sur y 2,3 km en el norte con una extensión de 25 km^2 en la plancha 147.

Al Norte y Occidente aparece cubierto por depósitos cuaternarios y es intruido al Este por el Batolito Antioqueño. Las mejores exposiciones se encuentran en los carreteables que salen de El Carmen hacia Boquerón (H-7) y El Santuario (H-9).

2. Anfibolitas de La Ceja. Afloran hacia el límite con la plancha 167 Sonsón, y se prolongan hacia ésta (González et al., 1980) constituyendo un cuerpo con forma de paralelogramo con su base mayor hacia el Sur de 5,8 km de longitud y la menor al Norte con 3,8 km y una longitud Norte-Sur de 4,5 km, para una extensión, en la plancha 147, de 40 km^2.

Tanto hacia el Este como al Norte y Sur, aparece cubierto por los depósitos cuaternarios de los ríos Pereira y Piedras (H-4) mientras que al Occidente aparece en contacto con neises con los cuales se intercala en capas de poco espesor, especialmente cerca al contacto entre ambas unidades. Las anfibolitas aparecen profundamente meteorizadas y los afloramientos son ocasionales en la zona del cerro Capiro (H-4) y en las vías de la Ceja hacia Rionegro (F-5) y La Unión en la Plancha 167 Sonsón.

- Cuerpos menores de anfibolitas intercalados a diferentes escalas con neises, son comunes en esta unidad, aunque en el mapa geológico sólo se indican las mayores que son representables a la escala del mapa, siendo más abundantes hacia el contacto entre ambas unidades. Las mejores exposiciones de esta relación se encuentran en la vía Don Diego (G-3) - La Ceja en las inmediaciones del parador Tequendamita (H-3) donde las intercalaciones son continuas por varios kilómetros y hacia el suroeste desaparecen o se adelgazan. Hacia las veredas Papayal (H-2), Chapinero (H-2, 3) y EL Chuscal (H-3) predominan los neises y migmatitas cuarzo - feldespáticas con capas delgadas esporádicas de anfibolita de menos de 50 m de amplitud. En la vereda Tablacito (G-2) afloran neises y anfibolitas preferiblemente y en las cabeceras de la quebrada Espíritu Santo (G-2) predominan anfibolitas con intercalaciones delgadas concordantes de neises.

3. Cuerpo de anfibolita entre la Vereda El Totumo (A-2) al Norte y Juan XXIII (D-4) al Sur. Incluye las veredas de El Salado (B-2), Juan Cojo (B-2, 3) y El Palmar interrumpido a la altura del río Medellín, por depósitos aluviales y luego continua hacia la Vereda Curazao (A-2) prolongándose hacia la plancha 131 Santa Rosa de Osos. Este cuerpo tiene dirección N15-20°W con una longitud de 16 km y una amplitud promedia de 2,8 km, estrechándose hacia el sur donde tiene menos de 1 km con una extensión total en la plancha 147 Medellín Oriental, de 38 km^2.

Este cuerpo es intruido por el Batolito Antioqueño, excepto en su extremo sureste donde aparece en contacto con el Neis de La Ceja intercalándose ambos tipos de roca en la zona de contacto; cerca al río Medellín (A-2) aparece cubierto en la zona plana por depósitos aluviales y hacia las laderas por depósitos de vertiente donde predominan bloques de esta misma unidad.

Anfibolitas de la Fe (G-2), Piedras Blancas (C-2) y se extiende hasta las veredas El Nogal (A-2) y La Veta (A-2) en el municipio de Bello. Este es el cuerpo principal de las denominadas Anfibolitas de Medellín, tiene forma tabular con la dimensión mayor en sentido

Norte - Sur concordante con las estructuras regionales de 22 km y amplitud variable entre 5,5 km en el extremo norte, donde se prolonga hacia la plancha 131 Santa Rosa de Osos, 5,2 km a la altura de Piedras Bancas (C-2) ampliándose en la parte centro – sur entre los cuerpos sur y central de la Dunita de Medellín y 1,6 km en la Fe (G-2) con una extensión de 130 km2 en la plancha 147 Medellín Oriental.

Este cuerpo está al Occidente en contacto fallado con la Dunita de Medellín y las Migmatitas de Puente Peláez con desarrollo de una delgada franja de neises miloníticos en el contacto con la dunita. Al Oriente el contacto con el Neis de La Ceja también es fallado y solo localmente, en la parte sur y sureste, parece ser concordante entre ambas unidades metamórficas; a la altura del río Medellín depósitos aluviales y de ladera interrumpen la continuidad del cuerpo.

En la curva de Rodas (B-1) sobre la autopista Medellín – Guarne, la anfibolita en el contacto con la Dunita de Medellín, presenta una estructura microplegada mientras que al Oriente estas rocas no presentan una crenulación evidente. Los plegamientos y evidencias de una deformación dúctil, especialmente en los ejes de los microplegamientos, tanto en la plagioclasa como en la hornblenda, son claros al acercarse al contacto con el cuerpo ultramáfico; la plagioclasa presenta una fuerte extinción ondulatoria pero no se observa recristalización lo cual indicaría que la deformación con cambio textural ocurrió bajo condiciones de temperatura de medio grado de metamorfismo. Martens (2003) también menciona procesos de milonitización en el Neis augen de Las Palmas espacialmente relacionados al contacto con la Dunita de Medellín aumentando el grado de deformación de Oriente a Occidente lo cual implicaría que el último evento de metamorfismo dinámico que afectó tanto las anfibolitas como el neis, estuvo relacionado al cabalgamiento de la dunita en condiciones de temperatura del medio grado de metamorfismo.

Los mejores afloramientos y de más fácil acceso a este cuerpo de anfibolitas se encuentran en las vías Las Palmas (G-1) - Represa de la Fe (G-2), Las Palmas – aeropuerto de Rionegro

(E-4), Santa Elena (D-2), Medellín (B-1), Santa Elena – Guarne (C-2) y en las quebradas Santa Elena (D-1) y Piedras Blancas (C-2, B-2).

4. Techos pendientes de anfibolita sobre el Batolito Antioqueño. Corresponden a cuerpos de anfibolitas de dimensiones variables sobre el Batolito Antioqueño que son comunes tanto en la zona de borde occidental de éste, como en la parte central. Estos cuerpos no muestran por lo general evidencias de haber sido intruidos por el Batolito, pero si son claros, en muchos de ellos, efectos térmicos, atribuibles al calentamiento producido durante el emplazamiento del Batolito a niveles corticales superiores, proceso durante el cual pudo haber levantado fragmentos de la roca encajante, anfibolitas, quedando éstas como techos pendientes sobre la masa batolítica.

Entre estos cuerpos de anfibolita, por sus dimensiones y continuidad se mencionan los siguientes, aunque es de anotar que existen más cuerpos de estas características que por sus dimensiones no aparecen representados en el mapa.

- El Escorial (E-8). Cuerpo de dirección N45°W, con una longitud de 3,2 km y amplitud de 0,7 km y una extensión de 2,3 km^2.

- El Salto (F-8) Tres cuerpos de forma circular con su eje mayor de dirección variable N-S a N80°W y extensión 0,4; 0,35 y 0,1 km^2, respectivamente.

- Las Brisas (G-8). Cuerpo irregular de 1,7 km de longitud y amplitud variable entre 0,2 km en el extremo norte y 10 km en él sur y una extensión de 1,2 km^2.

- La Palma – Vereda El Pozo, (E-7). Cuerpo irregular de 1,5 km2 limitado al este por una facies granítica (?) del Batolito Antioqueño.

5. Cuerpos menores de anfibolita al Occidente de la Dunita de Medellín. Por sus relaciones con respecto a las rocas a las cuales están asociadas estas anfibolitas se pueden subdividir en:

a) Techos pendientes sobre el Gabro de San Diego; son cuerpos de formas irregulares menores de 1 km^2 que se encuentran entre la variante de Las Palmas y la parte alta de El Poblado (D-1).

b) Cuerpos localizados al Occidente de la Dunita de Medellín entre (D-1) y (C-1) directamente en contacto tectónico con ésta y en parte cubiertos por depósitos de ladera, con una extensión entre 1 y 2 km^2.

Al oriente del altiplano de Santa Elena (D-1), los afloramientos de los diferentes cuerpos de anfibolita se destacan por una morfología de cerros y pendientes fuertes a moderadas cortas, con una zona donde la topografía es relativamente plana y las rocas presentan un avanzado estado de meteorización mientras que al Occidente en la vertiente oriental del Valle de Aburrá, las fuertes pendientes y la profunda socavación de las corrientes que drenan hacia el río Medellín, permiten mejores y más continuas exposiciones de los cuerpos de anfibolita, encontrándose rocas relativamente frescas tanto en los cauces de las quebradas como en los cortes de las vías que atraviesan el área.

El perfil generalizado de meteorización de la anfibolita, cerca de Sajonia (F-3), se compone de un nivel de suelo (VI) de color crema a gris claro que localmente presenta incidencia de cenizas volcánicas, un nivel saprolítico de color pardo amarillento a pardo rojizo característico, producido por la alteración de la hornblenda y que localmente presenta un bandeamiento débil con capas finas de color blanco a amarillo pálido producido por la alteración de zonas ricas en plagioclasa. Este saprolito puede variar en la coloración a gris verdoso, pero por lo general predominan los tonos pardos debido al predominio de la

hornblenda en la composición mineralógica de las anfibolitas y puede contener bloques de roca relativamente fresca.

El perfil de meteorización generalizado en los cuerpos de anfibolita presenta las siguientes características:

Horizonte A – B: Horizonte orgánico de 30-40 cm de espesor, varía de acuerdo con la pendiente del terreno.

Horizonte VI: Suelo residual de espesor variable, color gris claro a blanco, consistencia suave, no plástico, húmedo y poco cementado. Espesor 40-50 cm.

Horizonte V: Roca meteorizada con un espesor promedio de 1,5 m, color moteado blanco y negro heredado, deleznable, consistencia firme, no plástico, húmedo y poco cementado.

Horizonte IV: Roca profundamente meteorizada, color gris moteado de blanco, deleznable, consistencia firme, no plástico, húmedo débilmente cementado. Espesor indeterminado.

Horizonte III: Roca moderadamente meteorizada de color pardo amarillento con plagioclasa y hornblenda, textura limosa, consistencia firme, seco, plasticidad muy baja, cementación moderada.

La estructura en las anfibolitas varía entre néisica y esquistosa, pudiendo ser masivas localmente, algunas veces bandeada por la segregación diferencial durante el metamorfismo de plagioclasa y hornblenda o variación en la granulometría de una banda a otra. Estructuras migmatíticas se presentan localmente cerca al contacto con el Batolito Antioqueño y están definidas por la segregación o la inyección de venas irregulares, a veces lentes de feldespato y cuarzo, el tamaño del grano varía de fino a medio pero en algunas anfibolitas de estructura néisica el grano es más grueso el color predominante es negro moteado de blanco con un tinte verdoso oscuro por uralitización y cloritización de la hornblenda y foliación definida

por la orientación plana de la hornblenda, aunque en muestra de mano ésta puede pasar desapercibida.

En las anfibolitas intercaladas con neises, tanto la foliación como el bandeamiento son concordantes con los límites de las capas de estas dos litologías. En algunos afloramientos se observan plegamientos de orden métrico y localmente se encuentran pliegues centimétricos simétricos muy apretados. (Rodríguez, Gonzáles, & Zapata, 2005).

7. GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

La zona de estudio se encuentra ubicado en las unidades geomorfológicas denominadas *Lomerios Disectados (Dldi), Lomerios Muy Disectados (Dlmd), Lomerios Poco Disectados (Dlpd), Planicie Aluvial Confinada (Fpac) y Embalses (Aemb)*. En donde predominan los ambientes geomorfológicos: denudacional, antropogénico, fluvial y lagunar. Dichas geoformas se pueden ver en la Figura 7-1.



Figura 7-1. Plancha 147, Mapa Geomorfológico Medellín Oriental.
Fuente: Servicio Geológico Colombiano, 2014.

7.1. LOMERÍOS DISECTADOS (DLDI):

Son prominencias topográficas de morfología alomada, con índice de relieve bajo, con cimas subredondeadas y amplias, laderas cortas de forma cóncavas y convexas, con pendientes muy inclinadas a abruptas. Estas geoformas son originadas por procesos de denudación intensos

y cuyas laderas se caracterizan por la moderada disección, generando valles en U con fondo redondeado a plano. Se presentan movimientos en masa tipo deslizamiento rotacional y procesos erosivos superficiales severos asociados a la actividad agropecuaria intensiva.

En la Plancha 147 se encuentran ocupando un área muy extensa; y son los de mayor extensión la cuenca del Río Negro y la quebrada la Mosca en los municipios de Rionegro, Marinilla, Santuario, San Vicente y Guarne; otros corresponden por aquellos aledaños o inmersos dentro del embalse del Peñol y otros localizados más al norte, en los municipios de San Vicente y Concepción. (Servicio Geológico Colombiano, 2014).

7.2. LOMERÍOS MUY DISECTADOS (DLMD):

Son las prominencias topográficas de morfología alomada, con índice de relieve bajo, cimas agudas a redondeadas estrechas, de laderas cortas a moderadamente largas, de forma cóncavas a rectas y de pendientes abruptas a escarpadas. Estas geoformas son originadas por procesos de denudación intensos y cuyas laderas se caracterizan por la alta disección, generando valles en V abiertos. Estos lomeríos generalmente se encuentran en los bordes de altiplanos. En esta unidad los movimientos en masa más característicos son los deslizamientos rotacionales y traslacionales, así como procesos erosivos superficiales severos por la actividad agropecuaria de la zona.

Este tipo de unidades son más comunes hacia los bordes del altiplano, aunque se pueden encontrar al interior en el municipio de San Vicente y hacia los bordes en los municipios de Concepción, Cocorná, Granda y El Peñol. (Servicio Geológico Colombiano, 2014).

7.3. LOMERÍOS POCO DISECTADOS (DLPD):

Son prominencias topográficas de morfología alomada con índice de relieve muy bajo, con cimas planas amplias y redondeadas a subredondeada, de laderas muy cortas a cortas, y de formas cóncavas y convexas, con pendientes inclinadas a muy abruptas, y un patrón de drenaje dendrítico con un grado de incisión leve formando valles abiertos en "U".

Generalmente estas unidades se encuentran en las áreas centrales del altiplano alejadas de los frentes erosivos. Son frecuentes los procesos erosivos superficiales como terraceos y surcos, algunos movimientos en masa tipo reptación y eventualmente algunos pequeños deslizamientos rotacionales por la deforestación y la actividad agropecuaria intensiva.

En la plancha 147 los encontramos distribuidos por el altiplano, el más extenso corresponde al sector comprendido entre el corregimiento de Santa Elena del municipio de Medellín al norte, hasta el sector del Alto de las Palmas al sur, en el municipio de Envigado, y distribuido en otros sectores como en la vía que comunica el municipio de Marinilla con el Peñol y en el municipio de Guarne en la vereda Guapante. Y al norte de la plancha en el municipio de San Pedro de los Milagros. (Servicio Geológico Colombiano, 2014).

7.4. PLANICIE ALUVIAL CONFINADA (FPAC)

Franja aluvial de morfología plana, muy angosta, confinada y en forma de "U", y constituida por material aluvial. Esta unidad está asociada a los cauces aluviales del altiplano, que son muy pequeños y eventualmente inundables, limitados por las unidades denudacionales de índice de relieve bajo a muy bajo, en los cuales se observa el estrangulamiento o estrechamiento de los cauces y por relieves más altos como los lomos denudados en la cuenca del río Cocorná y sus afluentes las quebradas la Chorrera y la Trinidad. (Servicio Geológico Colombiano, 2014).

7.5. EMBALSES (AEMB)

Corresponden a las obras de presa construidas para el abastecimiento de agua para consumo humano y energía, conocidos como el Embalse de. La Fe en el Municipio del Retiro, Embalse de Piedras Blancas entre los municipios de Medellín y Guarne y el Embalse del Peñol que cubre la mayor parte de los municipios de El Peñol y Guatapé, y alcanza por su gran extensión a tener influencia en los municipios de Concepción y Alejandría. (Servicio Geológico Colombiano, 2014).

Con base en la revisión de la información geológica y geomorfológica se puede concluir que el tramo que será intervenido se encuentra dentro de una misma zona homogénea dadas las características litológicas y topográficas similares. Esta información fue verificada con los resultados de los ensayos PDC, mediante los cuales se obtuvo resultados similares para este tramo.

8. DESCRIPCIÓN DEL SUBSUELO

La descripción integral del subsuelo, la cual comprende la caracterización físico – mecánica de los materiales que lo componen, rasgos particulares, posición del nivel freático, influencia de estructuras existentes cercanas, influencia de cuerpos de agua presentes en la zona, entre otros, se llevará a cabo de manera detallada con base en información de primera mano proveniente de los sondeos exploratorios, ensayos en campo y ensayos de laboratorio, además de la utilización de información secundaria, la cual se describe a continuación.

8.1. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

En la campaña de exploración llevada a cabo se emplearon métodos directos manuales que permitieron la recuperación de muestras de material en estado alterado, con la densidad de sondeos que se describe en el Capítulo 4.

La campaña de exploración directa llevada a cabo constó de dos (2) apiques manuales a una profundidad aproximada de 1,5 m desde el nivel de rasante actual, los cuales se consideran bastos teniendo en cuenta el tipo de estructura de pavimento analizada y las cargas que esta representa. La localización de los sondeos se puede observar en la Figura 4-1, las características y coordenadas de dichos sondeos se relacionan en la Tabla 4-1 y parte de su proceso de ejecución se muestra en la Figura 8-1.

La profundidad de los sondeos fue cuidadosamente seleccionada para asegurarse de que se incluyeran todos los estratos de suelo que podrían ser relevantes para el diseño de la estructura del pavimento. La exploración hasta esta profundidad permite identificar y caracterizar de manera exhaustiva las capas del terreno, desde las más superficiales hasta aquellas más profundas, que podrían influir en la estabilidad y capacidad de carga de la subrasante.

Los datos obtenidos a través de estos sondeos son esenciales para evaluar las propiedades físicas y mecánicas de los distintos estratos del subsuelo, incluyendo su resistencia al corte, capacidad portante, compresibilidad, y la presencia de posibles capas de suelo con características problemáticas, como suelos expansivos o de baja densidad. Además, estos datos permiten prever el comportamiento del terreno frente a las cargas estructurales y cualquier otra condición geotécnica que podría afectar la estabilidad de la estructura a lo largo de su vida útil.

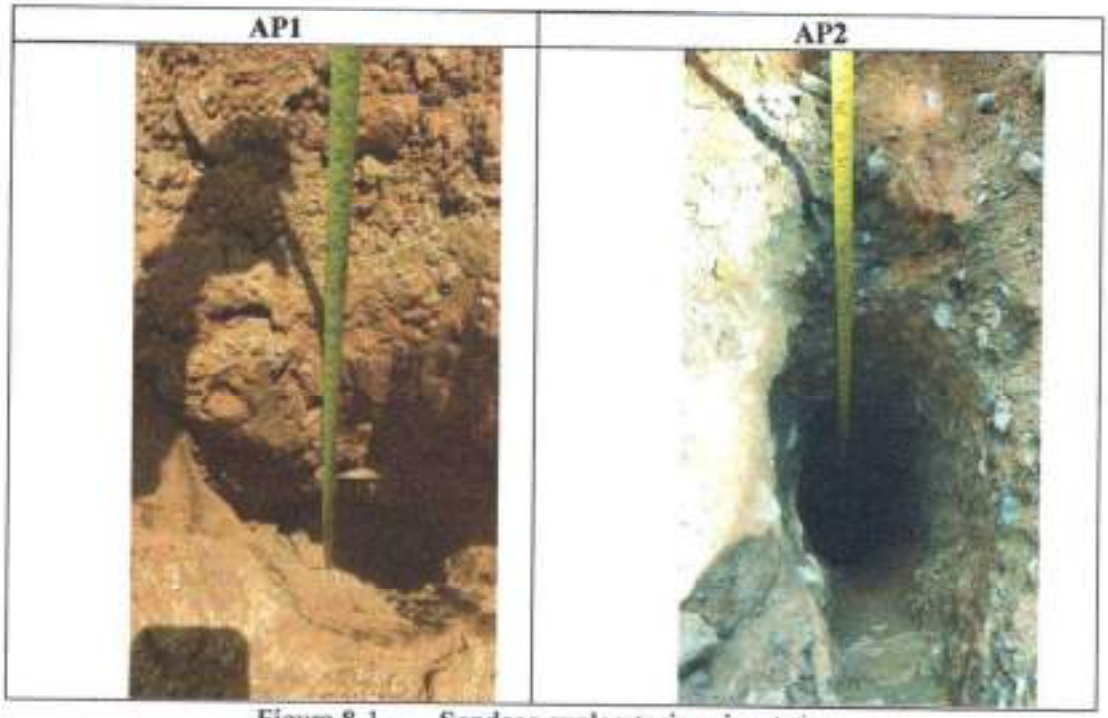


Figura 8-1. Sondeos exploratorios ejecutados.
Fuente: DYCO S.A.S., 2025

8.2. NIVEL FREÁTICO

En ninguno de los sondeos ejecutados se identificó la presencia de nivel freático hasta la profundidad auscultada. Sin embargo, en caso de que se presente un afloramiento durante la ejecución de los trabajos de construcción, se deberá reportar dicho hallazgo, ya que esta

información es de suma importancia para realizar el cálculo preciso de esfuerzos efectivos y estimar el espesor de variabilidad estacional.

8.3. HORIZONTE DE METEORIZACIÓN

El modelo geotécnico es alimentado con parámetros físico – mecánicos que representen la condición del subsuelo, en conjunto con la influencia de estructuras existentes vecinas, condición topográfica, hidráulica e hidrológica de la manera más fiel a la realidad, lo cual será complementado a medida que se adquiera la información correspondiente mediante las metodologías descritas anteriormente, es decir, correlaciones a partir del N_{SPT}, parámetros estimados en bibliografía para materiales similares y resultados de ensayos mecánicos de laboratorio. Dichas metodologías se desarrollan a continuación.

El perfil estratigráfico del subsuelo se analizó y caracterizó hasta la profundidad auscultada, evidenciando principalmente características tales como las texturas que varían de areno – arcillosa a arcillo – limosa y color rojizo y gris en su matriz, con niveles granulares de hasta 12 cm a nivel superficial con clastos de cuarzo embebidos con redondez, plasticidad y humedad media, a este le infrayace un material más cohesivo y/o fino homogéneo composicionalmente, con espesores de hasta 75 cm con humedad y plasticidad media.

Con tal información se logró estimar un perfil de meteorización basado en la clasificación propuesta por Dearman (1974). La Tabla 8-1 muestra la clasificación de Dearman, junto con la propuesta por Deer & Patton (1971). En este caso se considera que el material corresponde a un horizonte V en la escala de Dearman.

Tabla 8-1. Clasificación de los suelos según el grado de meteorización.

Deere y Patton	Dearman		Descripción
Horizonte	Zona	Grado	
IA (Capa vegetal)	Suelo residual	VI	Las capas superiores son ricas en materia orgánica. Todo el material rocoso es ahora suelo. Es un suelo sin características heredadas, característicamente arcillo - limoso.
IB			

Deere y Patton	Dearman		Descripción
Horizonte	Zona	Grado	
IC (Saprolito)	Roca completamente meteorizada	V	El macizo rocoso está completamente descompuesto y la roca ahora está descolorada. Aún se aprecian estructuras (discontinuidades) heredadas. Se encuentran fragmentos de entre 10% y 35% del volumen, pero fácilmente desmenuzables. Hay escasos núcleos de roca, pero es posible encontrarlos.
IIA (Transición de saprolito a roca)	Roca altamente meteorizada	IV	El macizo rocoso está descolorado y altamente alterado. Más del 50% del material rocoso está descompuesto o desintegrado. Se mantienen las estructuras heredadas. Entre el 35% y el 70% del volumen son fragmentos de roca sin meteorizar.
IIB (Roca parcialmente meteorizada)	Roca moderadamente meteorizada	III	El macizo rocoso está altamente decolorado. Menos del 50% del material rocoso está descompuesto o desintegrado. Las discontinuidades pueden estar oxidadas o abiertas. Se evidencian bloques de roca.
III (Roca intacta)	Roca débilmente meteorizada	II	El macizo rocoso está débilmente decolorado. Las discontinuidades pueden estar abiertas y oxidadas. La roca es dura y resistente a excavaciones.
	Roca no meteorizada	I	El macizo rocoso no da signos visibles de meteorización. Las discontinuidades pueden eventualmente presentar oxidación y decoloración en un bajo grado.

Fuente: Dearman, 1974

La estratigrafía de la zona de influencia del puente se estimó con base en el material recuperado mediante los sondeos exploratorios que se ejecutaron en todo el tramo y la información recopilada en las visitas de campo desarrolladas en diferentes épocas y, durante las cuales se exploró toda la zona de influencia.

8.4. PROGRAMA DE LABORATORIO

El programa de laboratorio es aquel mediante el cual se definen los ensayos que se consideren necesarios sobre muestras representativas para conseguir una caracterización física y mecánica de los materiales ensayados.

Dicha caracterización permitió obtener información directa para estimar el tipo de material con sus propiedades índice y sus parámetros de resistencia. Para ello se debió llevar a cabo ensayos de clasificación y de resistencia como:

- Determinación del contenido de humedad (ASTM D2216)
- Límites de consistencia (ASTM D4318)
- Granulometría por tamizado y lavado sobre malla 200 (ASTM D422)

Se optó realizar los ensayos de clasificación sobre muestras representativas de cada sondeo, ya que las muestras recuperadas y el desempeño presentado durante cada apique presentó particularidades, a pesar de su relativa cercanía. En la Tabla 8-2 se presenta la relación de ensayos ejecutados.

Tabla 8-2. Relación de ensayos de laboratorio realizados

Ensayo	Cantidad
Contenido de agua	2
Granulometría	2
Límites de consistencia	2

Fuente: DYCO S.A.S., 2025.

Por medio de los ensayos de medida del contenido de contenido de agua, límites de consistencia y granulometría se logró identificar las propiedades físicas propias de los materiales analizados. En la Tabla 8-3 se encuentra el resumen de las propiedades índices que resultaron de los ensayos de laboratorio, así como su clasificación según la U.S.C.S. (Unified soil classification system).

Tabla 8-3. Resumen de los ensayos de propiedades índice de los materiales

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	W (%)	LL	LP	Gravas (%)	Arenas (%)	Finos (%)	USCS
AP1	M1	1,0	27,6	47,0	34,0	0,2	48,0	51,8	ML
AP2	M1	1,0	34,1	41,0	29,0	10,0	63,8	26,2	SM

Fuente: DYCO S.A.S., 2025.

En donde:

ML	Limo de baja plasticidad
MH	Limo de alta plasticidad
CL	Arcilla de baja plasticidad
CH	Arcilla de alta plasticidad
SM	Arena limosa
SC	Arena arcillosa
GM	Grava limosa
GC	Grava arcillosa

En general, se presenta una humedad natural baja, alejada del límite líquido y límite plástico. Cabe resaltar que se podría llegar a presentar un comportamiento plástico en la porción finogranular de los materiales, aspecto que debe ser puesto en consideración, dada la variabilidad que generalmente presentan los materiales que conforman las formaciones similares. Sin embargo, en algunos casos, como indican los resultados de los análisis granulométricos, se presenta una predominancia de los materiales de baja plasticidad con limos como el principal material, incluso, en algunos casos, se observa mayor presencia de materiales gruesogranulares.

La variación de estas propiedades índice según el aumento de la profundidad se puede visualizar en la Figura 8-2 y Figura 8-3, mientras que en la Figura 8-4 se puede observar la localización del material fino granular analizado dentro de la carta de plasticidad de Casagrande, la cual indica la naturaleza los materiales de baja plasticidad hallados.

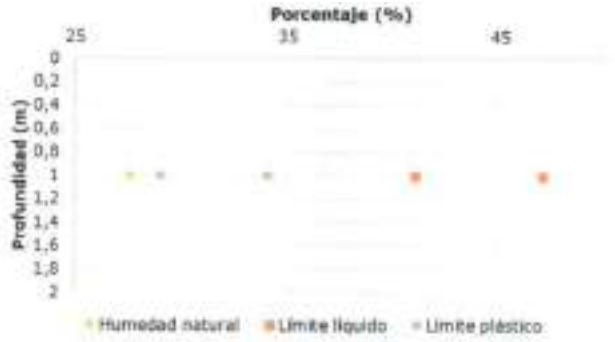


Figura 8-2. Variación de la humedad natural y de los límites de consistencia con la profundidad.
Fuente: DYCO S.A.S., 2025

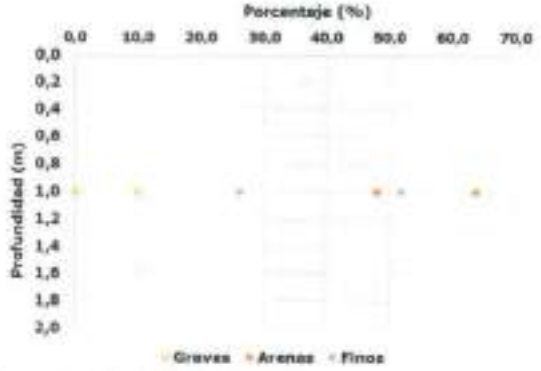


Figura 8-3. Variación de la granulometría con la profundidad.
Fuente: DYCO S.A.S., 2025

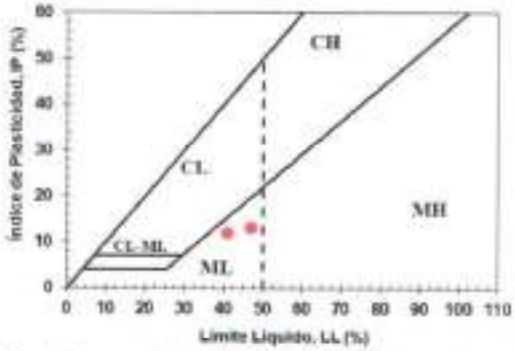


Figura 8-4. Ubicación del material fino granular analizado en la carta de Casagrande.
Fuente: DYCO S.A.S., 2025

A partir de estas propiedades índice se obtuvo otros indicadores que permiten profundizar y caracterizar el comportamiento de los suelos.

8.5. ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Una propiedad inherente de algunos materiales finogranulares es la capacidad para cambiar su volumen según se encuentren en presencia o ausencia de agua, ya que estos se contraen cuando pierden humedad y se expanden cuando la ganan. Los materiales analizados presentaron un porcentaje bajo de materiales fino granulares con plasticidad alta, sin embargo, el potencial de expansión puede ser evaluado por medio de método cualitativo propuesto por el Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10) en la Tabla H.9.1-1 (ver Tabla 8-4).

Tabla 8-4. Potencial de expansión basado en los límites de consistencia

Potencial de expansión	Límite líquido	Índice de plasticidad
Muy alto	>63	>32
Alto	50 - 63	23 - 45
Medio	39 - 50	12 - 34
Bajo	<39	<20

Fuente: NSR-10, Título H, 2010

8.6. ÍNDICE DE CONSISTENCIA

Ya que las muestras ensayadas presentaron un porcentaje importante de materiales finos, fue viable analizar la consistencia de estos a través de métodos cualitativos con base en la Ecuación 8-1, además, en la Tabla 8-5 se muestran los rangos de clasificación de los materiales según su consistencia.

$$I_C = \frac{LL - W}{IP}$$

Ecuación 8-1. Índice de consistencia

Tabla 8-5. Índice de consistencia de los suelos

Índice de consistencia	Consistencia
0,00 - 0,25	Muy blanda
0,25 - 0,50	Blanda
0,50 - 0,75	Media
0,75 - 1,00	Rígida
<0,00	Viscosa
=0,00	Límite líquido
=1,00	Límite plástico
>1,00	Rígida en estado semisólido

Fuente: Bowles, J.E., Foundation analysis and design, 1958

El resumen de estos análisis se puede observar en la Tabla 8-6 y su comportamiento según la profundidad en la Figura 8-5 y Figura 8-6.

Tabla 8-6. Propiedades de expansión y consistencia de los materiales

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	LL	IP	IC	Potencial de expansión	Consistencia
AP1	M1	1,00	47,0	13,00	1,49	Medio	Rígida
AP2	M1	1,00	41,0	12,00	0,58	Medio	Media

Fuente: DYCO S.A.S., 2025



Figura 8-5. Variación del índice de plasticidad con la profundidad.
Fuente: DYCO S.A.S., 2025

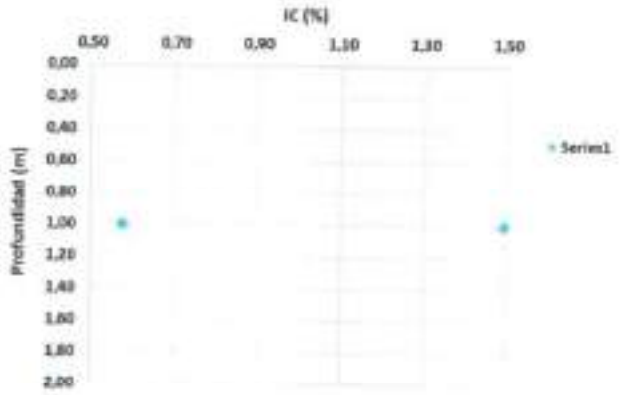


Figura 8-6. Variación del índice de consistencia con la profundidad.
Fuente: DYCO S.A.S., 2025

8.7. PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO

El ensayo de penetrómetro dinámico de cono se llevó a cabo cada 250 m a lo largo de cada tramo del corredor vial proyectado. Con dicho ensayo se obtuvo valores de la resistencia al esfuerzo cortante de la subrasante para, posteriormente, por medio de correlaciones, expresar esta resistencia en términos de CBR (California Bearing Ratio), insumo necesario para desarrollar el diseño del pavimento.

El ensayo PDC (Penetrómetro dinámico de cono) es un ensayo ejecutado en campo, el cual consiste en medir directamente la rata de penetración del cono al ser golpeado por un martillo con una masa de 8 kg (17,6 lb) dentro del suelo. En la Figura 8-8 se puede observar los elementos que componen el dispositivo. El operador dirige la punta del PDC dentro del suelo, levantando el martillo deslizante hasta la manija y soltándolo para que caiga libremente hasta golpear el yunque. La penetración total para un determinado número de golpes es medida y registrada en términos de milímetros por golpe, valor que se utiliza para describir la rigidez, para estimar un valor de la resistencia CBR in–situ a través de una correlación apropiada o para establecer otras características del material. En la Figura 8-7 se muestra parte del procedimiento de ejecución del ensayo de penetrómetro dinámico de cono.



Figura 8-7. Procedimiento de ejecución del ensayo PDC.
Fuente: DYCO S.A.S., 2025

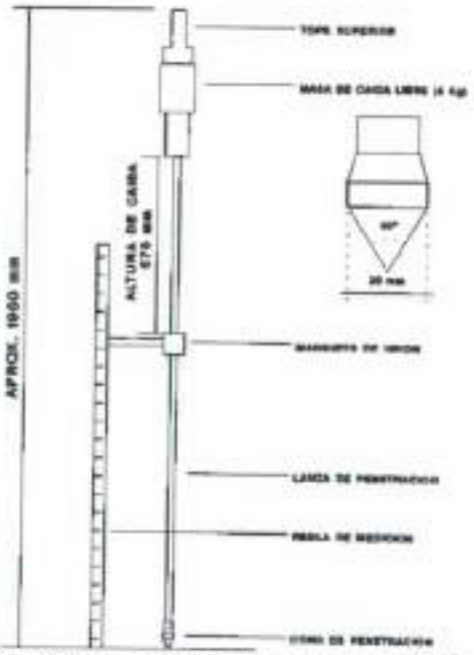


Figura 8-8. Elementos del equipo PDC.
Fuente: DYCO S.A.S., 2025

A continuación, en la Tabla 8-7 se presentan las coordenadas y abscisas donde se ejecutaron los ensayos PDC, en la Figura 8-9 se muestra la ubicación general de dichos ensayos y, en la

Figura 8-10 se presentan fragmentos de la ejecución del ensayo de penetrómetro dinámico de cono ejecutado en distintos puntos de los tramos del corredor vial analizado.

Tabla 8-7. Coordenadas y abscisas de los ensayos PDC ejecutados.

Ensayo	Coordenadas globales WGS-84			
	Latitud	Longitud	Altura (m s.n.m.)	Abscisa
PDC1	6°13'21.30"N	75°14'44.33"O	1.963	km 0+045
PDC 2	6°13'20.29"N	75°14'45.04"O	1.965	km 0+090
PDC 3	6°13'22.42"N	75°14'43.49"O	1.958	km 0+000
PDC 4	6°13'25.72"N	75°14'43.10"O	1.963	km 0+030

Fuente: DYCO S.A.S., 2025



Figura 8-9. Ubicación general de los ensayos PDC ejecutados
Fuente: DYCO S.A.S., 2025.

PDC 1	PDC 2
	
PDC 3	PDC 4
	

Figura 8-10. Ejecución del ensayo PDC en los tramos de vía analizado.
Fuente: DYCO S.A.S., 2025

En la Tabla 8-9, Tabla 8-10, Tabla 8-11 y Tabla 8-12 se presentan los resultados del ensayo PDC en los sitios de ejecución, los cuales presentaron valores de CBR entre el 6,4% y el 133,4%, los cuales se estimaron empleando la correlación del TRL Overseas Road. Note 8. Las demás correlaciones recomendadas por la norma INV E-172-13 son presentadas en la Tabla 8-8.

Tabla 8-8. Correlaciones para el cálculo del valor CBR a partir de los valores PDC

AUTOR	CORRELACIÓN*	OBSERVACIONES
Kleyn y Van Heerden	$CBR = 428.5(PDC)^{-1.28}$	
TRL Overseas Road Note 8	$CBR = 302(PDC)^{-1.057}$	
Cuerpo de Ingenieros (USA)	$CBR = 292(PDC)^{-1.12}$	No aplica a suelos CL con CBR < 10, ni a suelos CH
	$CBR = 58.8(PDC)^{-0.6}$	Aplica a suelos CL con CBR < 10
	$CBR = 348.3(PDC)^{-1.0}$	Aplica a suelos CH
MOPT Colombia (1992)	$CBR = 567.0(PDC)^{-1.40}$	

Fuente: Norma INV E-172-13, 2013

Tabla 8-9. Resultados ensayo PDC 1

Golpes	Penetración Acumulada (mm)	Penetración por avance (mm)	Penetración por golpe (mm/golpe)	Índice PDC	CBR %
5	50	50	10	10	26,5
5	85	35	7	7	38,6
5	130	80	16	16	16,1
5	160	30	6	6	45,4
5	285	125	25	25	10,1
5	510	225	45	45	5,4
4	910	400	100	100	2,3
PDC global	17,375		CBR (%)	14,8	

Fuente: DYCO S.A.S., 2025

Tabla 8-10. Resultados ensayo PDC 2

Golpes	Penetración Acumulada (mm)	Penetración por avance (mm)	Penetración por golpe (mm/golpe)	Índice PDC	CBR %
5	65	65	13	13	20,1
5	185	120	24	24	10,5
5	560	495	99	99	2,3
5	905	345	69	69	3,4
PDC global	38,233		CBR (%)	6,4	

Fuente: DYCO S.A.S., 2025

Tabla 8-11. Resultados ensayo PDC 3

Golpes	Penetración Acumulada (mm)	Penetración por avance (mm)	Penetración por golpe (mm/golpe)	Índice PDC	CBR %
5	70	70	14	14	18,6
5	195	125	25	25	10,1
5	505	435	87	87	2,7
5	900	395	79	79	3,0
PDC global	37,167		CBR (%)	6,6	

Fuente: DYCO S.A.S., 2025

Tabla 8-12. Resultados ensayo PDC 4

Golpes	Penetración Acumulada (mm)	Penetración por avance (mm)	Penetración por golpe (mm/golpe)	Índice PDC	CBR %
5	30	30	6	6	45,4
5	40	10	2	2	145,2
5	50	10	2	2	145,2
5	60	10	2	2	145,2
5	65	5	1	1	302,0
10	85	20	2	2	145,2
10	95	10	1	1	302,0
20	120	25	1	1	238,5
PDC global	2,1667		CBR (%)	133,4	

Fuente: DYCO S.A.S., 2025

9. CONCLUSIONES

- Los ensayos de clasificación ejecutados en laboratorio indicaron condiciones favorables respecto al material existente, ya que no se encontró presencia de arcillas expansivas en la subrasante en ninguna de las zonas del corredor vial analizado.
- Dado que los ensayos de PDC y posterior correlacionamiento con el CBR se obtuvieron valores que se encuentran por encima del 3% para todos los tramos que serán intervenidos se obtuvieron, no se prevé la necesidad de un reemplazo para la subrasante.
- La región está compuesta principalmente por rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. Se destacan los batolitos como el Batolito Antioqueño, que contiene rocas como cuarzodiorita y granodiorita. Estas formaciones son indicativas de un pasado tectónico activo y de la presencia de minerales valiosos como el oro y esmeraldas en vetas y diques. La presencia de estas rocas duras y resistentes a la erosión ha dado lugar a un relieve accidentado con pendientes pronunciadas y valles profundos.
- La presencia de fallas significativas, como la falla Romeral, indica un entorno tectónicamente complejo. Esta falla se extiende a lo largo de la Cordillera Central, afectando la estabilidad de los suelos y la disposición de los recursos minerales en la región. Además, la presencia de diaclasas y fracturas en las rocas aumenta la susceptibilidad a la erosión y a los movimientos en masa.
- La erosión y sedimentación son procesos dominantes en la zona, con un notable impacto de las lluvias intensas que pueden desencadenar movimientos en masa. La identificación de áreas propensas a deslizamientos es crucial para la planificación de infraestructuras. Los procesos de meteorización física y química, como la hidrólisis y la oxidación, afectan la resistencia y estabilidad de las rocas, contribuyendo a la formación de suelos residuales.
- Se han identificado varias unidades geomorfológicas en El Peñol, incluyendo lomas denudadas y planicies aluviales. Estas formaciones son resultado de procesos de

denudación y erosión que han moldeado el paisaje a lo largo del tiempo. Las lomas denudadas son el producto de la erosión diferencial de las rocas, mientras que las planicies aluviales se han formado por la acumulación de sedimentos transportados por los ríos y quebradas.

- La topografía presenta variaciones significativas, con pendientes que van de suaves a muy escarpadas. Las áreas con pendientes abruptas son especialmente vulnerables a la erosión y los deslizamientos, lo que requiere atención en la planificación de proyectos de construcción. Las pendientes pronunciadas también limitan el desarrollo de infraestructura y actividades agrícolas, ya que aumentan los riesgos de remoción en masa y erosión.
- La cobertura vegetal juega un papel crucial en la estabilidad del suelo. Las áreas desprovistas de vegetación son más susceptibles a la erosión, lo que incrementa el riesgo de movimientos en masa. Por lo tanto, la conservación de la vegetación es esencial para la mitigación de riesgos geológicos. La deforestación y los incendios forestales pueden acelerar los procesos erosivos y aumentar la vulnerabilidad de los suelos a los deslizamientos.

10. RECOMENDACIONES

10.1. EXCAVACIONES PARA MEJORAMIENTOS

Las excavaciones para mejoramientos se realizarán en los sectores autorizados por el supervisor, la geometría de estos, incluida la profundidad será la indicada por este estudio.

Se deberán ejecutar los trabajos de drenaje necesarios para el control y eliminación de aguas durante y después de los trabajos de construcción del mejoramiento, con el objetivo de evitar la saturación del suelo de fundación.

Las excavaciones para mejoramientos no deberán permanecer abiertas en épocas de lluvia.

La ejecución de mejoramientos por debajo de la profundidad sugerida, para reemplazar suelos saturados por lluvia debido a la falta de un adecuado drenaje o por abandono de los trabajos deberá realizarse de manera progresiva para garantizar su estabilidad, excavando cuñas con una profundidad máxima de 1,5 m en el frente de avance.

10.2. COMPACTACIÓN DEL MATERIAL DE REEMPLAZO DE LA SUBRASANTE

Se recomienda que se tomen por lo menos tres (3) muestras en cada unidad geológica – geotécnica homogénea para realizar ensayos de densidad en campo o en laboratorio. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar.

Las densidades individuales deberán ser, como mínimo, el 95% de la máxima densidad obtenida en el ensayo proctor modificado.

La humedad de trabajo no debe variar en ± 2% respecto al contenido óptimo de humedad, establecido mediante el ensayo proctor modificado.

Siempre que sea necesario, se realizarán las correcciones por presencia de partículas gruesas, previamente al cálculo de los porcentajes de compactación.

La compactación deberá realizarse de manera controlada para evitar el aumento en la presión de poros del material que se está compactando, lo que podría originar inestabilidad en la capa o capas.

10.3. MANEJO DE AGUAS SUBSUPERFICIALES

Cuando se estén efectuando las excavaciones, se deberá tener cuidado para que no se presenten depresiones y hundimientos de material que afecten el normal escurrimiento de las aguas superficiales y hagan que estas se empocen en puntos localizados.

En los trabajos de excavación, no deben alterarse los cursos de aguas superficiales, para lo cual mediante obras hidráulicas como cunetas, alcantarillas y aliviaderos dispuestos a criterio se debe encauzar, reducir la velocidad del agua y disminuir la distancia que tiene que recorrer. Estas labores traerán beneficios en la conservación del medio ambiente y disminución en los costos de mantenimiento, así como evitará retrasos en la obra.

10.4. RELLENOS NO ESTRUCTURALES

Los rellenos que tengan lugar en el proyecto para conformación de las obras de urbanismo deberán conformarse con suelos tolerables de acuerdo con la norma INVIAS 2012 Capitulo 2-1 Tabla 220-1 y presentada en la Tabla 10-1.

Tabla 10-1. Requisito de los materiales para Terraplenes

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	SUELOS SELECCIONADOS	SUELOS ADECUADOS	SUELOS TOLERABLES
Partes del terraplén a las que se aplican		Todas	Todas	Cimiento y Núcleo
Tamaño máximo, mm	E-123	75	100	150
Porcentaje que pasa el tamiz de 2 mm (No. 10) en masa, máximo	E-123	80	80	-
Porcentaje que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200) en masa, máximo	E-123	25	35	35
Contenido de materia orgánica, máximo (%)	E-121	0	1.0	1.0
Límite líquido, máximo (%)	E-125	30	40	40
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-126	10	15	-
CBR de laboratorio, mínimo (%) (Nota 1)	E-148	10	5	3
Expansión en prueba CBR, máximo (%)	E-148	0.0	2.0	2.0
Índice de colapso, máximo (%) (Nota 2)	E-157	2.0	2.0	2.0
Contenido de sales Solubles, máximo (%)	E-158	0.2	0.2	-

Fuente: INVIAS, 2012.

10.4.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Antes de iniciar la construcción de los terraplenes, deben estar terminadas las labores de desmonte y limpieza, según se especifica en el artículo 200 del capítulo 2_1 de la norma INVIAS 2012.

Se debe excavar y retirar la capa vegetal y todo material inadecuado; también se debe implementar las medidas de drenaje definitivo indicadas en los documentos del proyecto y de drenaje provisional contempladas por el constructor en su método constructivo. Si las condiciones del sitio requieren medidas adicionales para garantizar la estabilidad del terraplén, el interventor determinará los eventuales trabajos de descapote y retiro del material inadecuado, así como el drenaje del área base.

Cuando el terreno base esté satisfactoriamente limpio y drenado, se deberá escarificar, conformar y compactar, de acuerdo con las exigencias de compactación definidas en un 92% del Proctor modificado, en una profundidad de 15 cm, la cual se podrá reducir a 10cm cuando el terraplén se deba construir sobre un afirmado existente.

En las zonas de ensanche de terraplenes existentes o en la construcción de estos sobre terreno inclinado, el talud existente o el terreno natural se deberá cortar en forma escalonada, de acuerdo con los planos o instrucciones del diseñador, para asegurar la estabilidad del terraplén nuevo. Se considerará este procedimiento como obligatorio en pendientes transversales mayores de 20%.

Cuando lo señale el proyecto o lo ordene el interventor, la capa superficial del suelo existente que cumpla con lo señalado en la Tabla 10-1, se deberá mezclar con el material que se va a utilizar en el terraplén nuevo.

Si el terraplén hubiese de ser construido sobre turba o suelos blandos, se deberá asegurar la eliminación total o parcial de estos materiales; si lo anterior fuese impráctico, se deberá considerar su tratamiento previo y consolidación o la utilización de cualquier otro medio indicado en los documentos del proyecto o propuesto por el constructor y autorizado por el interventor, que permita mejorar la calidad del soporte, hasta que éste ofrezca la suficiente estabilidad para resistir los esfuerzos debido al peso del terraplén terminado. Si el proyecto lo considera, la superficie de apoyo se podrá preparar tendiendo directamente sobre el suelo blando, uno o varios geosinteticos, encima de los cuales se realizará de conformidad con las indicaciones del diseñador.

10.5. RELLENOS EN MUROS DE CONTENCIÓN Y SOBRE TALUDES TEMPORALES

Los rellenos detrás de los muros de contención que constituyen suelo base para placas de piso podrán realizarse con material común hasta 2 m antes de la rasante final, en donde deberá

disponerse base granular en capas de 20 cm cada una y compactadas al 92% de proctor modificado.

Si el relleno no es estructural, se puede realizar con material común, dispuesto en capas de 20 cm y compactado y/o amasado según su textura.

10.5.1. GEOMETRÍA DE LOS RELLENOS

Los rellenos podrán conformarse en alturas máximas de hasta 2 m, con taludes con pendientes 1,5H:1,0V.

10.6. TERRAPLENES

Antes de iniciar la construcción de los terraplenes, deben estar terminadas las labores de desmonte y limpieza, según se especifica en el artículo 200 del capítulo 2_1 de la norma INVIAS 2012.

Se debe excavar y retirar la capa vegetal y todo material inadecuado; también se debe implementar las medidas de drenaje definitivo indicadas en los documentos del proyecto y de drenaje provisional contempladas por el constructor en su método constructivo. Si las condiciones del sitio requieren medidas adicionales para garantizar la estabilidad del terraplén, el interventor determinará los eventuales trabajos de descapote y retiro del material inadecuado, así como el drenaje del área base.

Cuando el terreno base esté satisfactoriamente limpio y drenado, se deberá escarificar, conformar y compactar, de acuerdo con las exigencias de compactación definidas en un 92% del Proctor modificado, en una profundidad de 15 cm, la cual se podrá reducir a 10cm cuando el terraplén se deba construir sobre un afirmado existente.

En las zonas de ensanche de terraplenes existentes o en la construcción de estos sobre terreno inclinado, el talud existente o el terreno natural se deberá cortar en forma escalonada, de acuerdo con los planos o instrucciones del diseñador, para asegurar la estabilidad del

terraplén nuevo. Se considerará este procedimiento como obligatorio en pendientes transversales mayores de 20%.

Cuando lo señale el proyecto o lo ordene el interventor, la capa superficial del suelo existente que cumpla con lo señalado en la Tabla 10-2, se deberá mezclar con el material que se va a utilizar en el terraplén nuevo.

Si el terraplén hubiese de ser construido sobre turba o suelos blandos, se deberá asegurar la eliminación total o parcial de estos materiales; si lo anterior fuese impráctico, se deberá considerar su tratamiento previo y consolidación o la utilización de cualquier otro medio indicado en los documentos del proyecto o propuesto por el constructor y autorizado por el interventor, que permita mejorar la calidad del soporte, hasta que éste ofrezca la suficiente estabilidad para resistir los esfuerzos debido al peso del terraplén terminado. Si el proyecto lo considera, la superficie de apoyo se podrá preparar tendiendo directamente sobre el suelo blando, uno o varios geosintéticos, encima de los cuales se realizará de conformidad con las indicaciones del diseñador.

La construcción de terraplenes deberá realizarse con materiales que cumpla la especificación de suelos adecuados y seleccionados contenidos en la Tabla 10-2. El terreno base del terraplén deberá ser preparado de acuerdo con el capítulo de preparación del terreno descrito anteriormente.

Tabla 10-2. Requisito de los materiales para Terraplenes

CARACTERISTICA	NORMA DE ENSAYO INV	SUELOS SELECCIONADOS	SUELOS ADECUADOS	SUELOS TOLERABLES
Partes del terraplén a las que se aplican		Todas	Todas	Cimiento y Núcleo
Tamaño máximo, mm	E-123	75	100	150
Porcentaje que pasa el tamiz de 2 mm (No. 10) en masa, máximo	E-123	80	80	-
Porcentaje que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200) en masa, máximo	E-123	25	35	35
Contenido de materia orgánica, máximo (%)	E-121	0	1.0	1.0
Límite líquido, máximo (%)	E-125	30	40	40
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-126	10	15	-
CBR de laboratorio, mínimo (%) (Nota 1)	E-148	10	5	3
Expansión en prueba CBR, máximo (%)	E-148	0.0	2.0	2.0
Índice de colapso, máximo (%) (Nota 2)	E-157	2.0	2.0	2.0
Contenido de sales Solubles, máximo (%)	E-158	0.2	0.2	-

Fuente: INVIAS, 2012.

La conformación del terraplén deberá realizarse en capas de máximo 20 cm de espesor, compactadas a un 95% del Proctor modificado en condiciones de humedad optima y densidad seca máxima.

En la base del terraplén, se debe emplear un geotextil de separación no tejido referencia NT-2500 a NT-700 de acuerdo con el diseño de vías y pavimentos definitivo del proyecto.

Los terraplenes deberán construirse en alturas máximas de 2m, con caras de taludes tendidos en pendientes 1,0:H:1,0V.

10.7. MANEJO DE AGUAS

10.7.1. SUB-DRENES DE ZANJA

Para evitar estos empozamientos en zonas planas, se deberá drenar el lote mediante la construcción de sub-drenes de acuerdo con las especificaciones contenidas en la Figura 10-1. Estos drenes, en principio, serán instalados en las zonas que necesitan ser drenadas y deberán constar con pendientes entre el 1 a 2%, descargando hacia cajas de desagües o colectores del proyecto.



Figura 10-1. Sistema de drenes por debajo del piso.
Fuente: DYCO S.A.S., 2025.

10.7.2. SUB-DREN EN MUROS DE CONTENCIÓN

Los muros de contención que se construyan en el proyecto deberán constar con un sub-dren en la base de su trasdós, el cual consta de una tubería perforada embebida en un "tabaco" de material granular, envuelto por un manto o geotextil no tejido. El subdren tubular, a su vez, conecta con un geodren planar que se extiende desde la pata hasta el extermo superior del muro de contención, en su cara anterior, tal como se ilustra en el esquema contenido en la Figura 10-2.

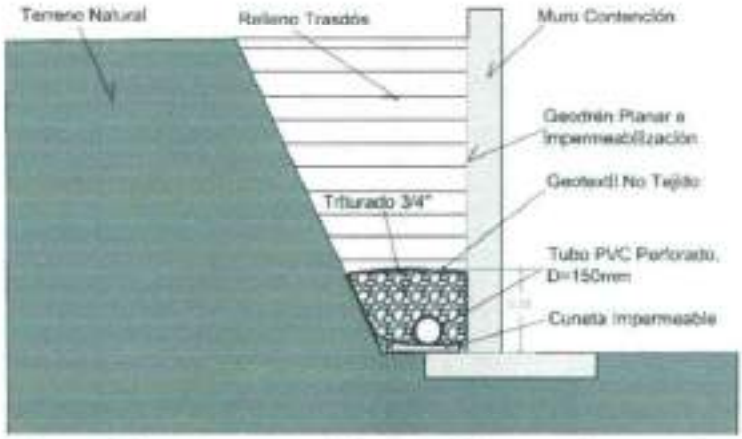


Figura 10-2. Esquema sub-dren trasdós muro de contención
Fuente: DYCO S.A.S., 2025.

10.7.3. DRENES PARA AGUAS SUPERFICIALES TIPO CUNETA

En la corona y en la pata de los taludes, y en las zonas que considere el proyecto, se podrá construir rondas de cunetas que intercepten y recojan las aguas de escorrentías que atraviesan el lote, con las especificaciones mínimas contenidas en el esquema de la Figura 10-3.

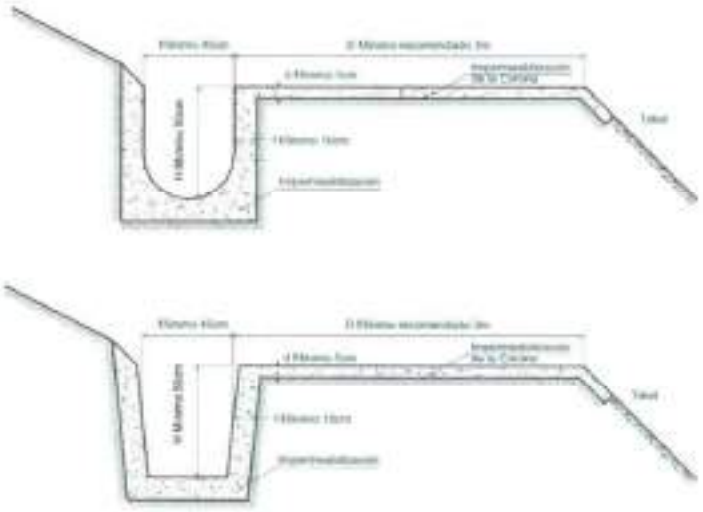


Figura 10-3. Detalle de zanjas de la corona para el control de las aguas superficiales en un talud
Fuente: DYCO S.A.S., 2025.

Todos los drenes y/o sub-drenes deberán descargar el agua recogida hacia las cajas de desagüe que se proyecten dentro del proyecto y nunca podrán descargarse de manera libre sobre el terreno.

10.7.4. SUB-DRENES DE PENETRACIÓN

En los taludes conformados con rellenos, se recomienda la construcción de drenes sub-horizontales en la cara del talud, localizados a 0.5m por encima de la pata, inclinados con una pendiente del 10% en contrapendiente y con longitud variable entre 6 y 20 m dentro del terreno según la necesidad de la obra (ver Figura 10-4). La construcción de estos drenes deberá cumplir con las especificaciones descritas en el artículo 674-13 de la norma INVIAS 2013.

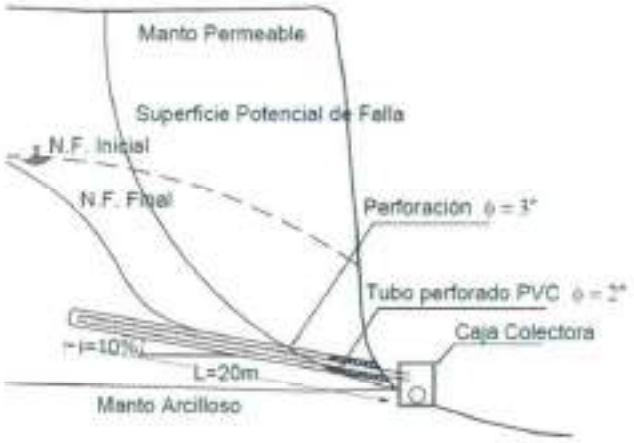


Figura 10-4. Esquema sub-dren de penetración en talud de lleno
Fuente: DYCO S.A.S., 2025.

11. MANTENIMIENTO

Esta etapa se presenta posterior a la construcción de la estructura de pavimento y se ejecuta desde la entrada en operación.

Cabe aclarar que, a la firma consultora que emitió este informe y desarrolló el diseño del pavimento no le corresponde ejecutar esta etapa ni acompañar la misma a pesar de que se emitan las recomendaciones y consideraciones para la llevarla a cabo. Dicha responsabilidad recaerá sobre el ejecutante del contrato de mantenimiento de la vía.

De manera general, se deberán llevar a cabo las correspondientes actividades de limpieza, conservación, reparación y reconstrucción de la estructura de pavimento que se requieran para mantener la calzada en buen estado y garantizar su correcto funcionamiento, primando la comodidad y seguridad del usuario.

De manera específica, las intervenciones de mantenimiento pueden llegar a incluir actividades como limpiezas de rutina de bermas, derecho de vía, señalización vertical y horizontal, sistemas de manejo de aguas, además, en la estructura de pavimento se podría llegar a requerir acciones de sellado de juntas y fisuras y reparaciones superficiales o profundas de la losa de concreto.

Teniendo en cuenta que pueden ocurrir una gran diversidad de eventos aleatorios, se recomienda que la frecuencia de las intervenciones se encuentre supeditada a un proceso de observación del estado de la vía.

En cuanto al pavimento se puede presentar deterioro en todos los elementos que lo componen o presentarse irregularidades en algunos de ellos. Cada tipo de deterioro puede ser generado por una o más razones y las respectivas reparaciones se deben ejecutar buscando eliminar el factor que lo produce y que la estructura de pavimento recupere sus buenas condiciones iniciales de funcionalidad.

Las reparaciones menores deberán llevarse a cabo sin realizar un análisis engorroso sobre la problemática y/o posible solución, sin embargo, cuando las reparaciones involucren grandes áreas o se proyecte la utilización de una gran cantidad de recursos, se recomienda desarrollar un análisis detallado de la patología.

A continuación, se enlistarán dichos fenómenos y se presentarán recomendaciones sobre acciones correctivas.

11.1. DETERIORO EN JUNTAS

Se puede llegar identificar deficiencia en el sellado de estas, presentarse descantillado de los bordes de losa o desplazamientos que generen la separación entre módulos.

Previamente, se deberá identificar la magnitud del ancho de las juntas que presenten deficiencia en su sellado. A continuación, se presentan los rangos de ancho de las juntas y las características del material de sello.

- Juntas de hasta 12 mm, se deberán emplear productos de sellado que permitan una deformación entre el 20% y 30%. Los imprimantes y cordones de respaldo serán los adecuados y compatibles con el sellante.
- Juntas entre 12 mm y 20 mm, se deberán emplear productos de sellado termoplásticos, aplicados en caliente que permitan una deformación entre el 10% y 20%. Los imprimantes y cordones de respaldo serán los adecuados y compatibles con el sellante.
- Juntas y grietas entre 20 mm y 30 mm, se deberán emplear productos de sellado tipo masillas asfálticas, modificadas con polímero.
- Juntas y grietas con ancho superior a 30 mm, se deberán emplear mezclas de arena y emulsión asfáltica, con una dosis mínima del 18% de emulsión.



En todos los casos, se deberá ejecutar un proceso de limpieza en toda su longitud y profundidad, empleando hojas de sierra, herramientas manuales o cualquier equipo que se requiera para la remoción del anterior sello o cualquier impureza para posteriormente llevar a cabo la imprimación y el sellado.

11.2. DETERIORO EN LOSAS

Las losas pueden llegar a presentar deterioro en superficie o en su espesor total, dependiendo del fenómeno que se presente, se determinarán las acciones que deberán ser llevadas a cabo para la reparación.

Para el caso de deterioros superficiales, se deberá remover la porción afectada por medio de aserrado y cincelado, haciendo previamente un corte con sierra. Luego se procede con el vaciado, disposición, fraguado y curado del concreto de reemplazo.

Para reparaciones profundas o totales, se deberá aislar la porción afectada y luego izar dicho elemento con cargadores frontales o grúas, se realiza la respectiva limpieza del fondo y se procede con las actividades habituales de colocación de concretos.

12. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

12.1. GENERALES

Mientras existan requerimientos, claridades o insumos faltantes de diseño de geotecnia, geología u otras disciplinas, mencionadas en el informe o transmitidas vía correo electrónico o cualquier otro medio digital o físico al cliente o al delegado por él, el presente informe no podrá ser tomado como definitivo y deberá ser considerado como un borrador de un estudio de suelos preliminar, no avalado por esta oficina.

Este documento solo es válido con la presencia de las firmas y sello en relieve en hoja de portada y pie de firma al final del informe.

Antes de iniciar la construcción y durante la ejecución del proyecto, se debe vincular en todo momento al ingeniero geotecnista, con una participación mediante visitas técnicas, aprobaciones de fundaciones, aprobaciones de cortes y/o llenos, aprobaciones de aspectos y procedimientos constructivos que estén asociados al diseño geotécnico. Esta participación será levantada mediante actas de visita y/o correos electrónicos. El acompañamiento deberá cotizarse en su debido momento con esta oficina y ser solicitado de manera oportuna.

12.2. CIMENTACIONES Y CONTENCIONES

• El suelo en la base de las cimentaciones deberá ser aprobado por el ingeniero geotecnista que aparece en el pie de firma antes del vaciado de esta y deberá coincidir con el recomendado en el presente estudio de suelos. En caso de encontrarse diferencias a las hipótesis de diseño aquí planteadas, se deberá suspender la construcción de las fundaciones y se deberá informar inmediatamente a esta oficina para hacer las revisiones o ajustes respectivos.

• No atender las recomendaciones de instrumentación y control contenidas en el estudio, exime de responsabilidad a esta oficina frente a la ocurrencia de eventos adversos.

• Es posible que el perfil de suelos presente variaciones estratigráficas con relación a las descritas en el presente informe debido a la naturaleza heterogénea propia de los suelos, razón por la cual, en caso de presentarse el estrato portante a una profundidad superior, se deberá alcanzar el mismo para cimentar la fundación diseñada sin que esto represente errores u omisiones en el informe geotécnico.

• Es posible que el perfil de suelos presente variaciones estratigráficas con relación a las descritas en el presente informe debido a la naturaleza heterogénea propia de los suelos, razón por la cual, en caso de presentarse comportamientos no previstos en estabilidad de taludes y contenciones, se deberá informar de manera oportuna a esta oficina para realizar los ajustes pertinentes sin que eso represente errores u omisiones en el informe geotécnico.

• Es posible que el perfil de suelos presente variaciones estratigráficas con relación a las descritas en el presente informe debido a la naturaleza heterogénea propia de los suelos, razón por la cual, en caso de presentarse comportamientos no previstos en términos de deformaciones en excavaciones y asentamientos en la estructura, se deberá informar de manera oportuna a esta oficina para realizar los ajustes pertinentes sin que eso represente errores u omisiones en el informe geotécnico.

13. BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA AIS. (2010). Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10.

AASTHO (2012). Design Specifications. Customary U.S.

BUDHU, M. (2010). Soil mechanics and foundations, 3th Edition. John Wiley & sons, Inc.2010.

DAS, B. M. (2011). Principles of foundations engineering, 7th Edition. Cenage Learning, Inc.2011.

BOWLES, J. E. (1997). Foundation Analisys and Desing, 5th Edition. McGraw-Hill Companies, Inc.1997.

DAS, B. M. Principios de Ingeniería de Cimentaciones. CENGAGE Learning, 7ª Ed, USA, 2011.

GONZÁLEZ, A. J. (1999). Estimativos de parámetros efectivos de resistencia con el SPT. X jornadas Geotécnicas de la Ingeniería Colombiana.

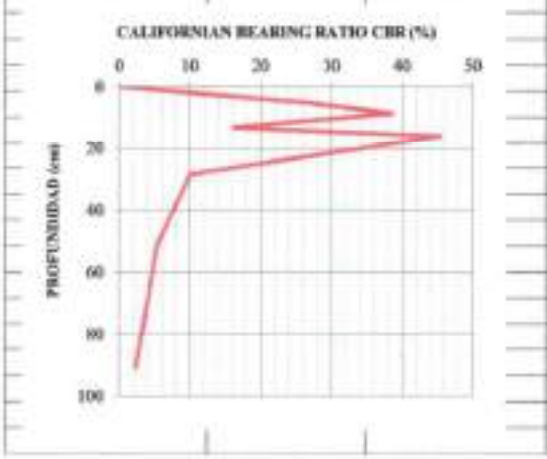
INVIAS (2008) Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.

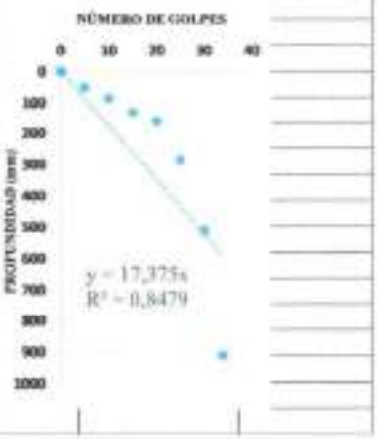
Carlos Mario Henao Yepes
Ingeniero civil, Especialista en ingeniería – geotecnia
MP: 05202-375570 ANT

PENETROMETRO DINAMICO DE CONO

Cono Dinámico #: 1

Nº de Golpes	Penetración Acumulada (mm)	Penetración por avance (mm)	Penetración por golpe (mm)	Indice PDC	CBR %
0	0				
5	50	50	10	10	26,5
5	85	35	7	7	38,6
5	130	80	16	16	16,1
5	160	30	6	6	45,4
5	285	125	25	25	10,1
5	510	225	45	45	5,4
4	910	400	100	100	2,3
Indice PDC global	17,375		CBR (%)	14,8	

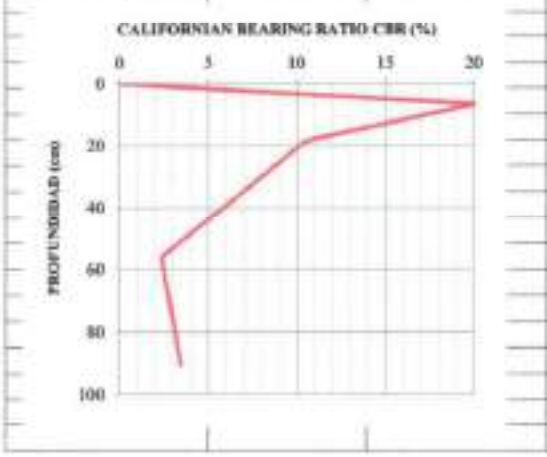


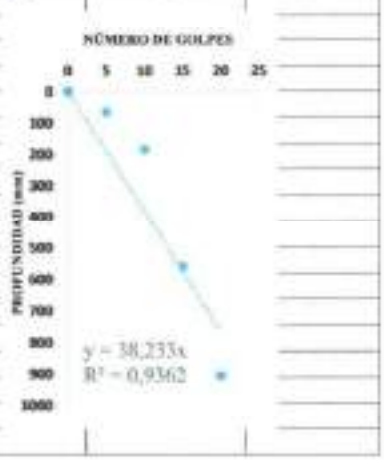


PENETROMETRO DINAMICO DE CONO

Cono Dinámico #: 2

Nº de Golpes	Penetración Acumulada (mm)	Penetración por avance (mm)	Penetración por golpe (mm)	Indice PDC	CBR %
0	0				
5	65	65	13	13	20,1
5	185	120	24	24	10,6
5	560	495	99	99	2,3
5	905	345	69	69	3,4
Índice PDC global	38,233		CBR (%)	6,4	

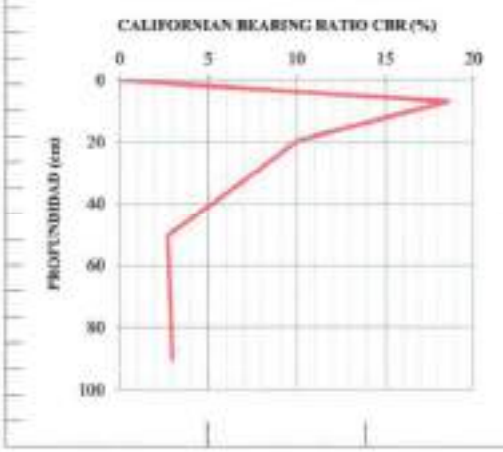


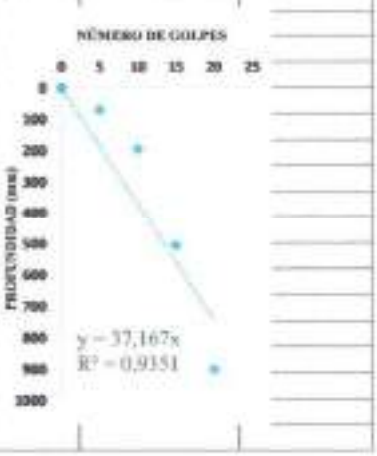


PENETROMETRO DINAMICO DE CONO

Cono Dinámico #: 3

Nº de Golpes	Penetración Acumulada (mm)	Penetración por avance (mm)	Penetración por golpe (mm)	Indice PDC	CBR %
0	0				
5	70	70	14	14	16,6
5	195	125	25	25	10,1
5	505	435	87	87	2,7
5	900	396	79	79	3,0
Indice PDC global	37,167		CBR (%)	6,6	

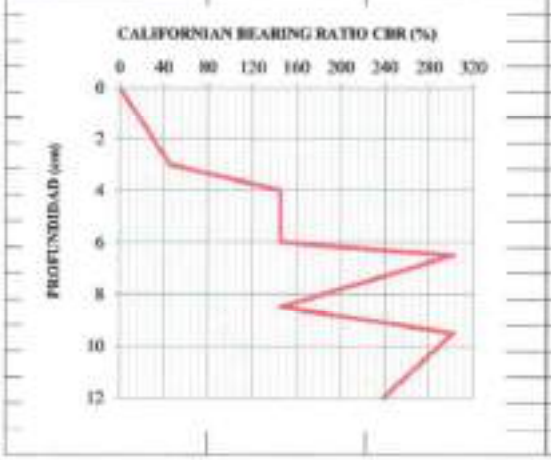


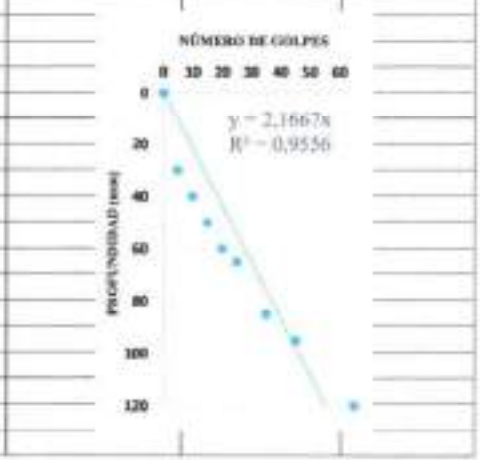


PENETROMETRO DINAMICO DE CONO

Cono Dinámico #: 1

Nº de Golpes	Penetración Acumulada (mm)	Penetración por avance (mm)	Penetración por golpe (mm)	Indice PDC	CBR %
0	0				
5	30	30	6	6	45,4
5	40	10	2	2	146,2
5	50	10	2	2	146,2
5	60	10	2	2	146,2
5	65	5	1	1	302,0
10	85	20	2	2	146,2
10	95	10	1	1	302,0
20	120	25	1	1	238,5
Índice PDC global	2,1667		CBR (%)	133,4	





Laboratorio de Geotecnia
Cr. 81A 47-73, Medellín, Colombia
Tel: +57(4) 590 1934 / 315 467 9935
gerencia@lab3axial.com
www.lab3axial.com

CLASIFICACIÓN: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D6913, D1140, D4318)

Proyecto: Pavimentación vía urbana Carrera 23c El
Localización: Peñol, Antioquia
Cliente: Dyco Diseño y Consultoría S.A.S.
Descripción: Limo arenoso de baja plasticidad (café)

Perforación: AP1
Muestra: M1
Prof. (m): 0.75

Equipos, Métodos y Preparación de muestra

Tamices granulometría: Juego estándar según ASTM D6913
Equipo Límite Líquido: Cazuela manual, ranurador metálico
Equipo Límite Plástico: Enrollado manual
Granulometría: Método A (ASTM D6913)
Tipo de muestra: Bolsa
Método de selección: Muestra completa
Pulverización: Manual
Tipo de agua (Límites): Agua potable

Registro Fotográfico



Lavado Sobre Tamiz No. 200

Tiempo de remojo en agua (hr) = 2
Masa suelo seco antes de lavado (g) = 120.65
Masa suelo seco después de lavado (g) = 58.47
Masa de los finos (g) = 62.18
Porcentaje de finos (%) = 51.5

Contenido Natural de Agua*

Tara No.	78	184	187
Masa tara (g)	6.55	5.46	6.06
Masa suelo húmedo + tara (g)	18.61	17.17	18.60
Masa suelo seco + tara (g)	16.01	14.59	15.93

Contenido de agua promedio (%) = 27.6

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Tamiz No.	Tamaño (mm)	Retenido (g)	Retenido (%)	Pasa (%)
3"	75	0.00	0.0	100
2"	50	0.00	0.0	100
1½"	37.5	0.00	0.0	100
1"	25	0.00	0.0	100
3/4"	19	0.00	0.0	100
3/8"	9.5	0.00	0.0	100
No. 4	4.75	0.26	0.2	100
No. 10	2	5.28	4.4	95
No. 20	0.85	9.95	8.2	87
No. 40	0.425	21.41	17.7	69
No. 60	0.25	12.27	10.2	59
No. 100	0.15	5.87	4.9	54
No. 140	0.106	1.49	1.2	53
No. 200	0.075	1.63	1.4	51.8
Fondo	0	0.32	0.27	

Resultados Gradación
GRAVA (%) = 0.2
ARENA (%) = 48.0
FINOS (%) = 51.8
ERROR (%) = 0.0

Diámetros Efectivos
D_{10} (mm) = N/A
D_{30} (mm) = N/A
D_{60} (mm) = 0.28

Coeficiente de Uniformidad
Cu = N/A

Coeficiente de Curvatura
Cc = N/A

LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido, LL = 47

Tara No.	134	216	175
Masa tara (g)	5.66	6.23	7.59
Masa suelo húmedo + tara (g)	15.24	16.75	17.24
Masa suelo seco + tara (g)	12.33	13.41	14.01
Contenido de agua (%)	43.63	46.52	50.31
Número de Golpes	37	27	16

Límite Plástico, LP = 34

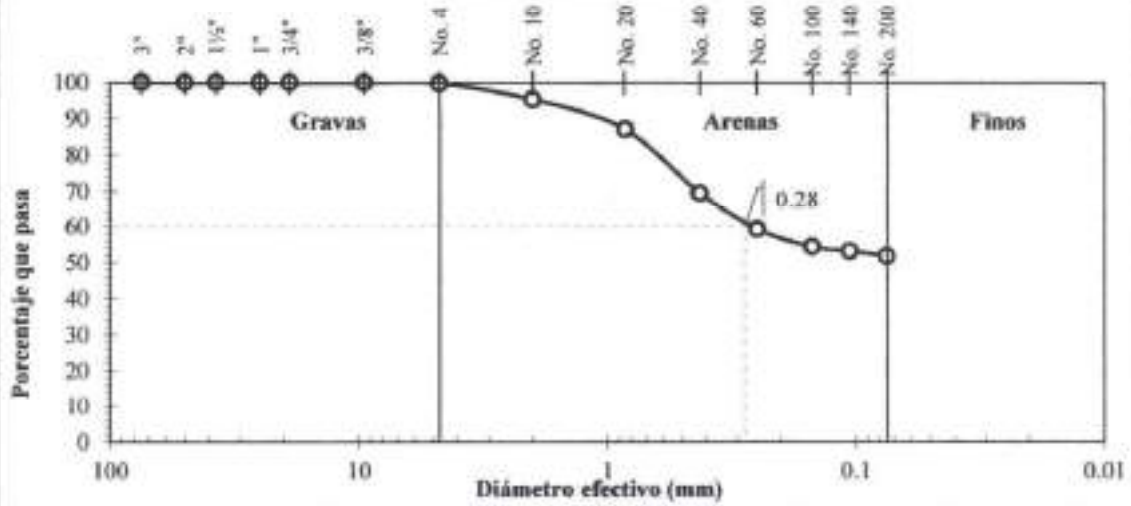
Tara No.	190	278	262
Masa tara (g)	6.60	5.92	6.54
Masa suelo húmedo + tara (g)	17.19	16.33	17.15
Masa suelo seco + tara (g)	14.52	13.68	14.48
Contenido de agua (%)	33.71	34.15	33.63

*Se determina en el estado entregado al laboratorio

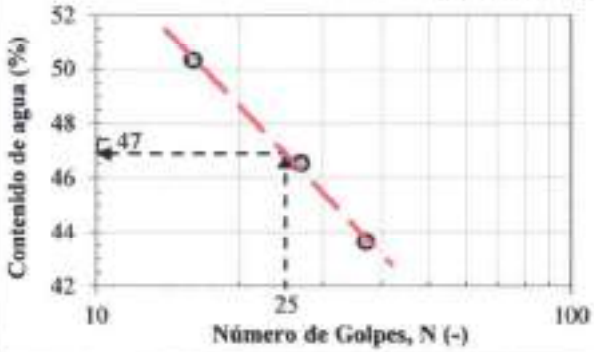
Clasificación U.S.C.S.	ML

Laboratorio de Geotecnia
Cr. 81A 47-73, Medellín, Colombia
Tel: +57(4) 590 1934 / 315 467 9935
gerencia@lab3axial.com
www.lab3axial.com

Curva Granulométrica



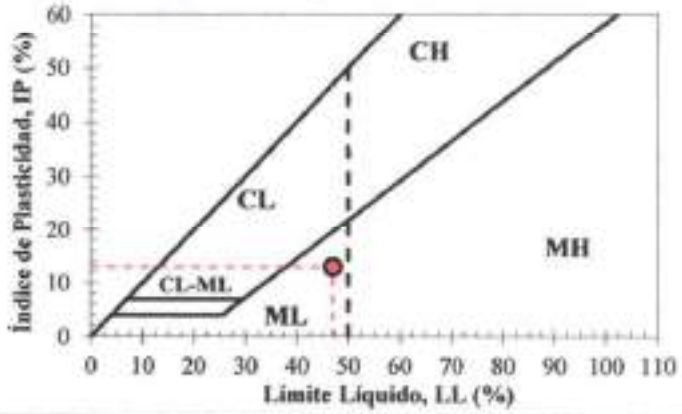
Curva de Flujo (Límite Líquido)



Regresión Lineal
Pendiente = -7.90
Intercepto = 72.31
Coef. de determinación, R^2 = 0.996
Limite Liquido, LL = 47

Carta de Plasticidad (Fracción Fina)

Limite Liquido, LL = 47
Limite Plástico, LP = 34
Índice de Plasticidad, IP = 13



Notas y Comentarios:

Laboratorio de Geotecnia
Cr. 81A 47-73, Medellín, Colombia
Tel: +57(4) 590 1934 / 315 467 9935
gerencia@lab3axial.com
www.lab3axial.com

CLASIFICACIÓN: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D6913, D1140, D4318)

Proyecto: Pavimentación vía Horizontes
Localización: El Peñol, Antioquia
Cliente: Dyco Diseño y Consultoría S.A.S.
Descripción: Arena limosa (gris)

Perforación: AP2
Muestra: M1
Prof. (m): 0.75

Equipos, Métodos y Preparación de muestra

Tamices granulometría: Juego estándar según ASTM D6913
Equipo Límite Líquido: Cazuela manual, ranurador metálico
Equipo Límite Plástico: Enrollado manual
Granulometría: Método A (ASTM D6913)
Tipo de muestra: Bolsa
Método de selección: Muestra completa
Pulverización: Manual
Tipo de agua (Límites): Agua potable

Registro Fotográfico



Lavado Sobre Tamiz No. 200

Tiempo de remojo en agua (hr) = 2
Masa suelo seco antes de lavado (g) = 120.97
Masa suelo seco después de lavado (g) = 89.94
Masa de los finos (g) = 31.03
Porcentaje de finos (%) = 25.7

Contenido Natural de Agua*

Tara No.	50	36	210
Masa tara (g)	5.73	6.09	6.18
Masa suelo húmedo + tara (g)	18.33	18.77	18.70
Masa suelo seco + tara (g)	15.14	15.52	15.53

Contenido de agua promedio (%) = 34.1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Tamiz No.	Tamaño (mm)	Retenido (g)	Retenido (%)	Pasa (%)
3"	75	0.00	0.0	100
2"	50	0.00	0.0	100
1½"	37.5	0.00	0.0	100
1"	25	0.00	0.0	100
3/4"	19	0.00	0.0	100
3/8"	9.5	1.34	1.1	99
No. 4	4.75	10.75	8.9	90
No. 10	2	8.11	6.7	83
No. 20	0.85	24.93	20.6	63
No. 40	0.425	28.85	23.8	39
No. 60	0.25	8.41	7.0	32
No. 100	0.15	3.29	2.7	29
No. 140	0.106	1.30	1.1	28
No. 200	0.075	2.30	1.9	26.2
Fondo	0	0.67	0.55	

Resultados Gradación

GRAVA (%) = 10.0
ARENA (%) = 63.8
FINOS (%) = 26.2
ERROR (%) = 0.0

Diámetros Efectivos

D_{10} (mm) = N/A
D_{30} (mm) = 0.20
D_{60} (mm) = 0.80

Coeficiente de Uniformidad

Cu = N/A

Coeficiente de Curvatura

Cc = N/A

LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido, LL = 41

Tara No.	240	127	250
Masa tara (g)	4.29	5.90	6.52
Masa suelo húmedo + tara (g)	14.37	16.05	16.36
Masa suelo seco + tara (g)	11.63	13.12	13.31
Contenido de agua (%)	37.33	40.58	44.92
Número de Golpes	38	26	15

Límite Plástico, LP = 29

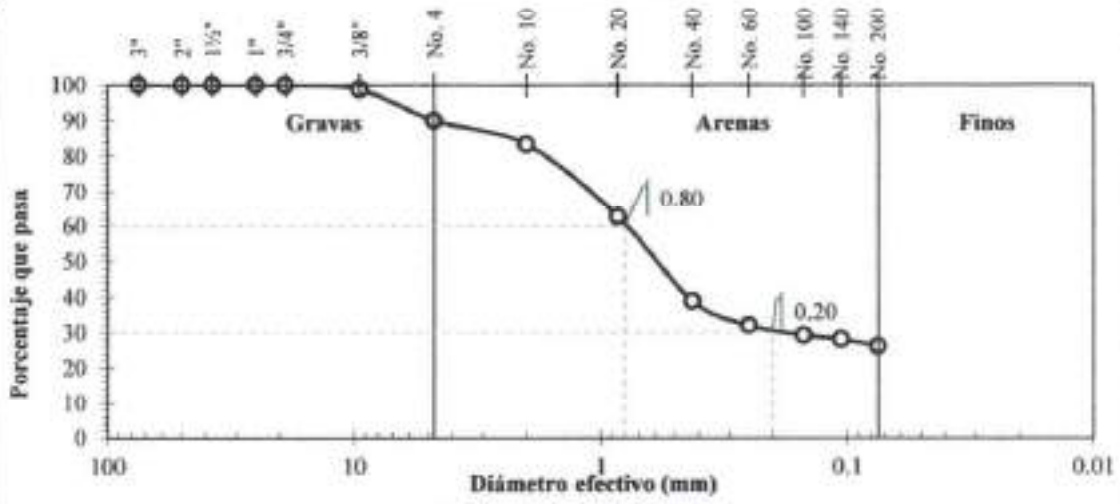
Tara No.	259	161	276
Masa tara (g)	6.47	5.93	6.01
Masa suelo húmedo + tara (g)	18.27	17.24	16.29
Masa suelo seco + tara (g)	15.56	14.70	13.95
Contenido de agua (%)	29.81	28.96	29.47

*Se determina en el estado entregado al laboratorio

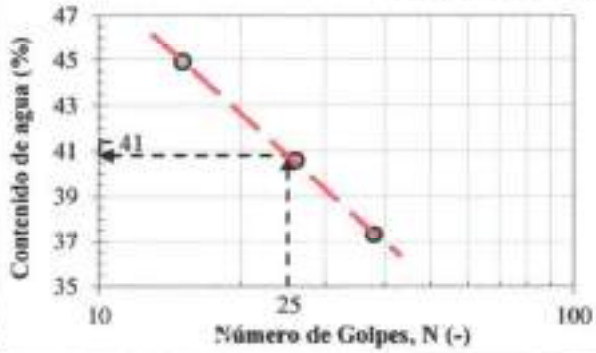
Clasificación U.S.C.S.	SM

Laboratorio de Geotecnia
Cr. 81A 47-73, Medellín, Colombia
Tel: +57(4) 590 1934 / 315 467 9935
gerencia@lab3axial.com
www.lab3axial.com

Curva Granulométrica



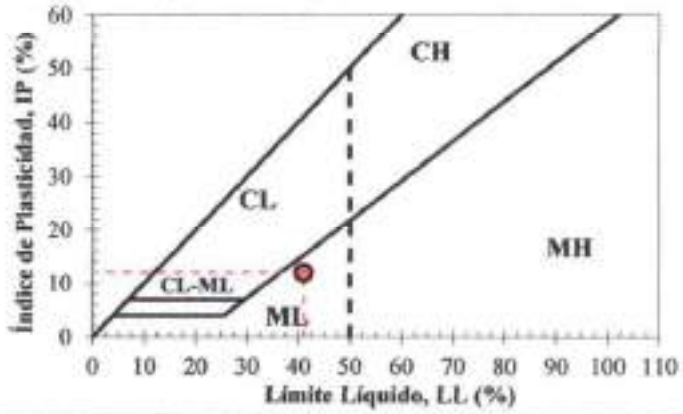
Curva de Flujo (Limite Liquido)



Regresión Lineal
Pendiente = -8.14
Intercepto = 67.02
Coef. de determinación, R^2 = 0.999
Limite Liquido, LL = 41

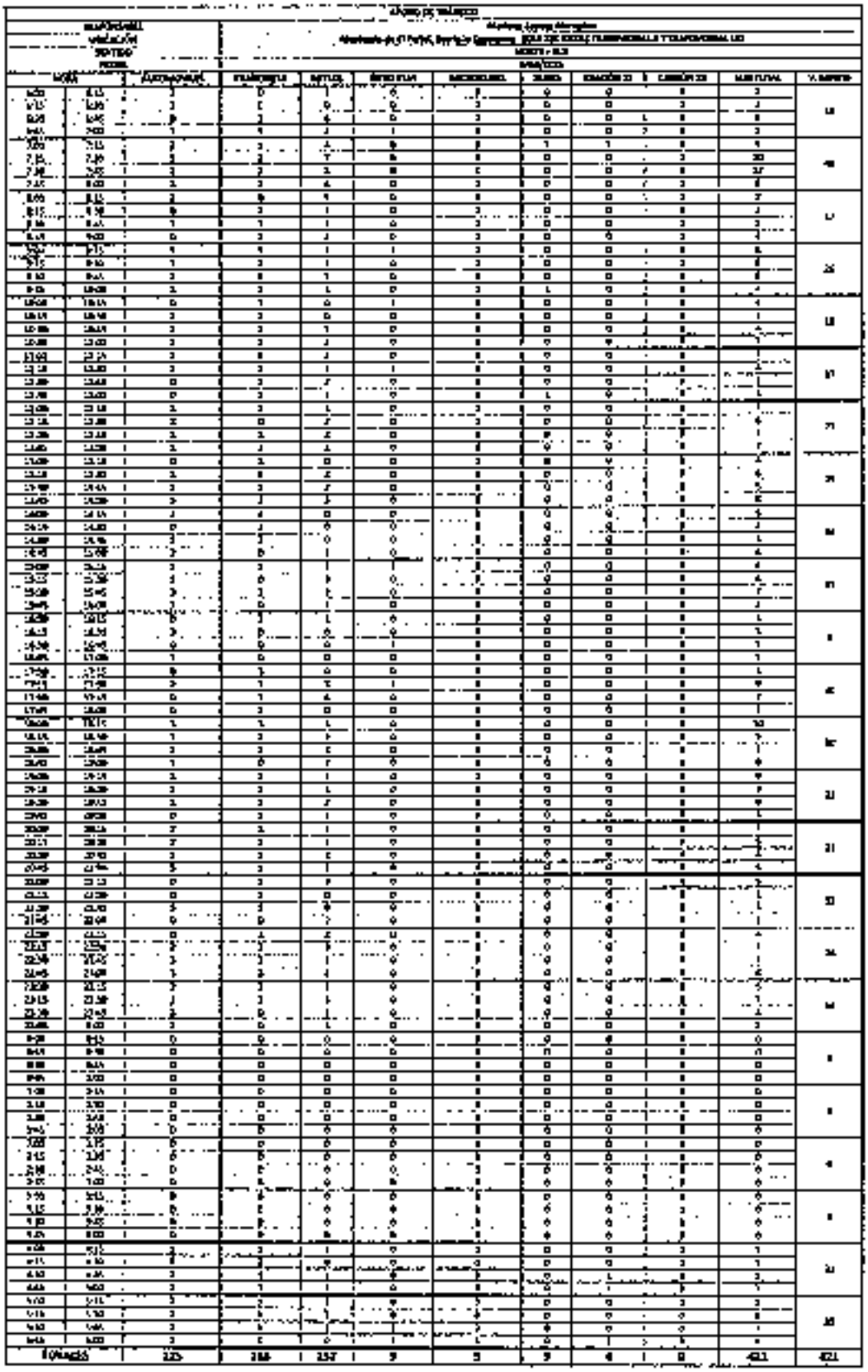
Carta de Plasticidad (Fracción Fina)

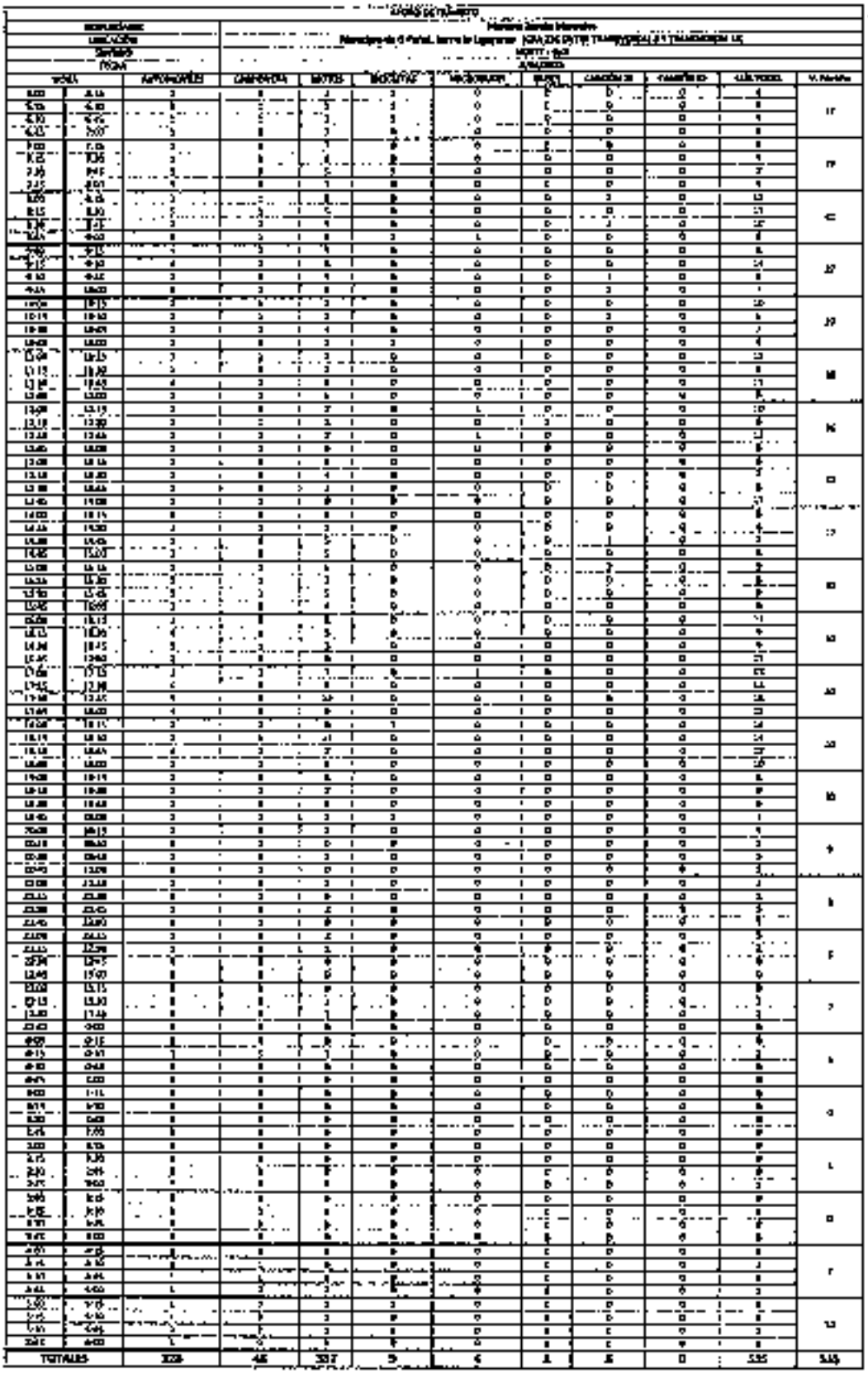
Limite Liquido, LL = 41
Limite Plástico, LP = 29
Índice de Plasticidad, IP = 12



Notas y Comentarios:

APOYO DE TRABAJO												
RESPONSABLE		Nombre Apellido Materno										
EDUCACIÓN		Licenciatura en Política, Gestión y Ciudadanía [COLEGIO ESTATAL INTERNACIONAL # 17 (CAMPECHE)]										
DISTRITO		PUESTO 1, SUR										
ÁREA		[CAMPECHE]										
[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]

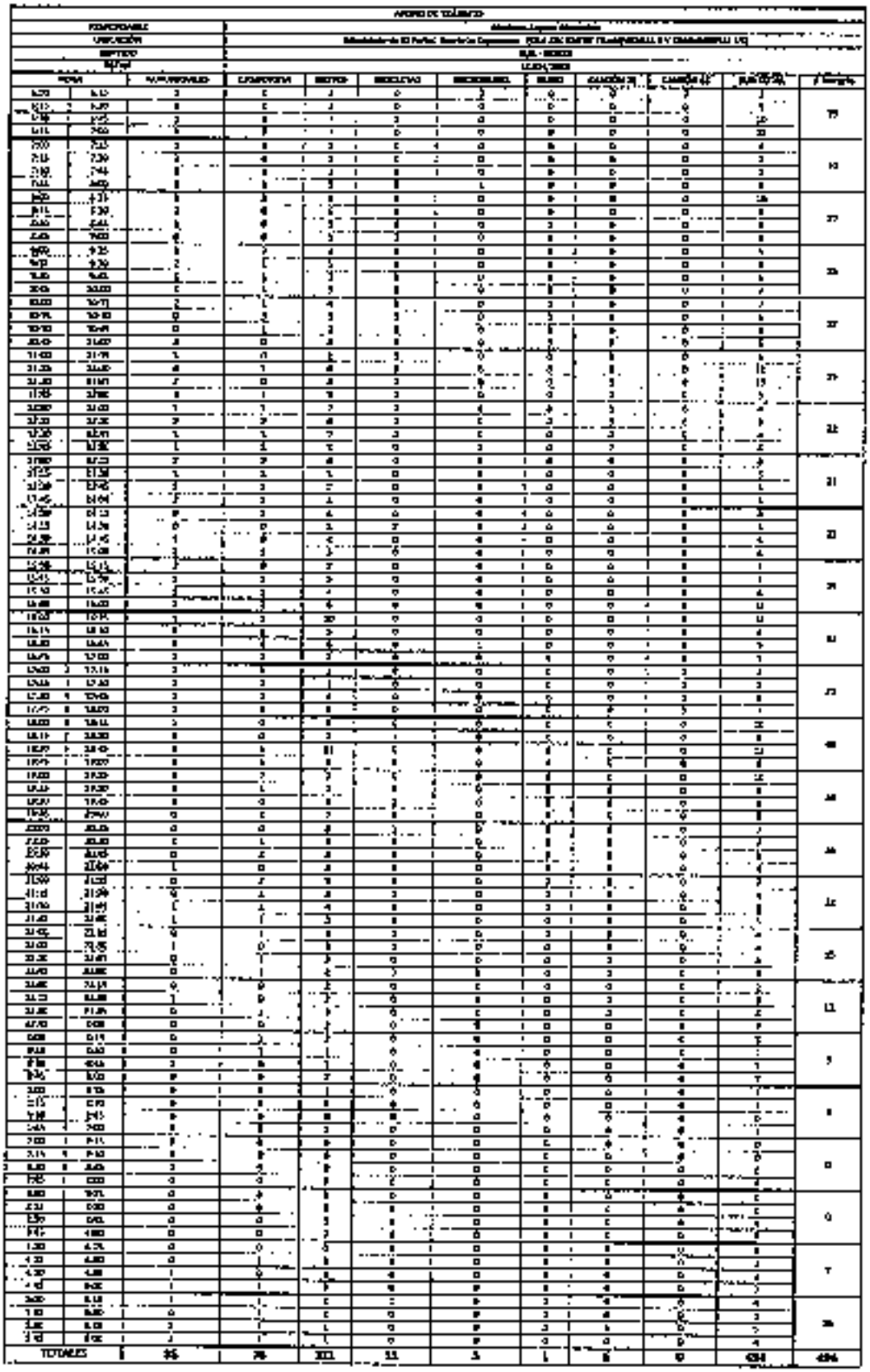


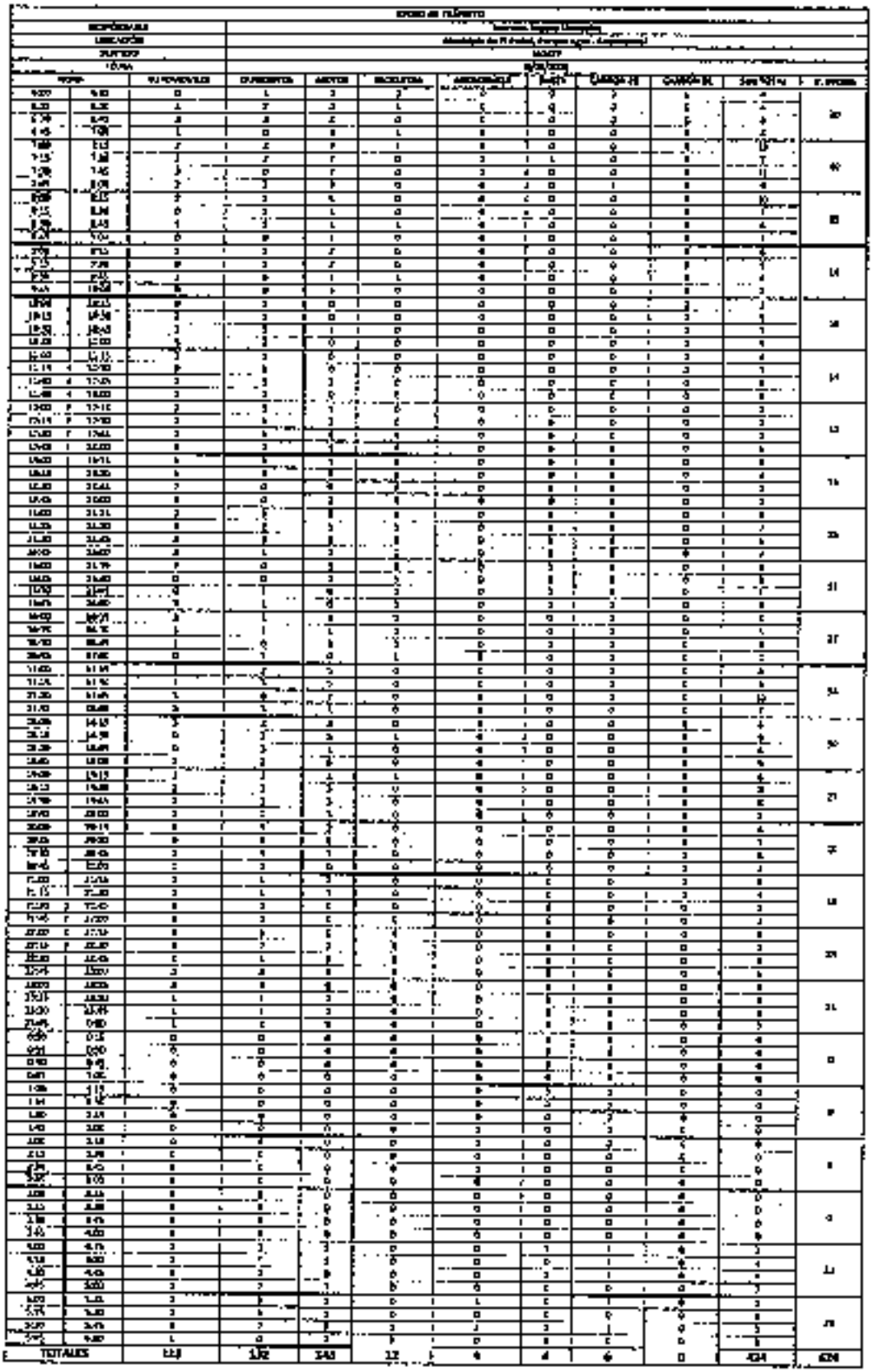


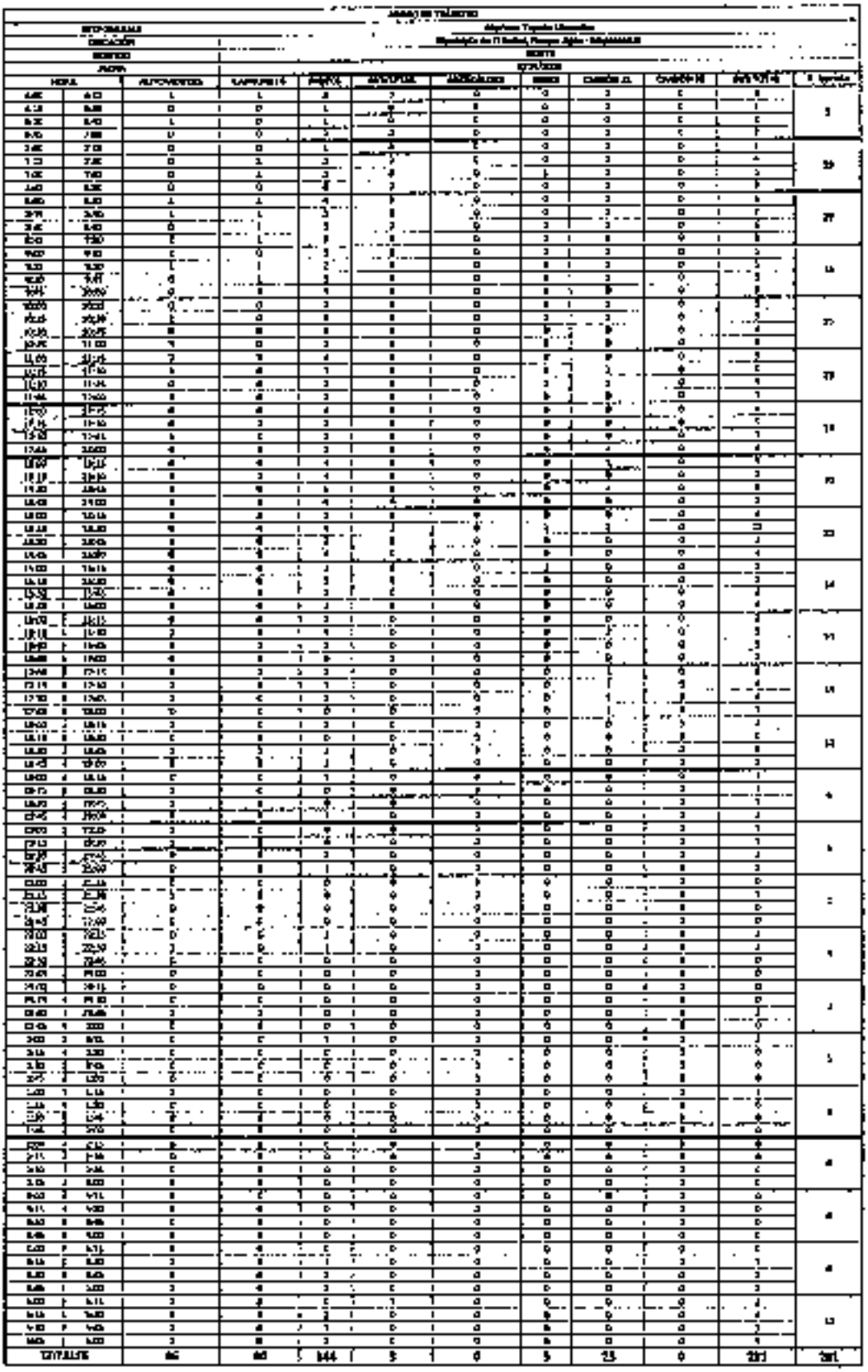
JUICIO DE TRÁMITE												
DEMANDANTE:												
UBICACIÓN												
DISTRITO												
FECHA												
HORA		AUTOMÓVILES	CAMIONETAS	MOTOS	TRICICLOS	MOTOCICLOS	BUSES	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUB TOTAL	V. Referencia

APOYO DE TRÁMITO												
RESPONSABLE			Alcaldesa, Dayana Mercedes									
TIPIFICACIÓN			Modificación de +El Pollito, Barrio la Esperanza- TOALLAS SOATRE TECNOLOGÍA FISICA Y TECNOLOGÍA 201									
DEPTO/CO			2020 - PICHINI									
ASUNTO			APOYO/2020									
HORA		N/APOYO/PRIMER	VALORACIÓN	MOTIVO	EFECTIVO	PERSONALIDAD	FLUIDO	EXAMEN EX.	EXAMEN AR	SUB TOTAL	% Promedio	
8:00	8:15	3	0	0	0	8	0	0	8	4		
8:15	8:30	2	1	1	1	3	0	0	3	1	88	
8:30	8:45	1	2	1	1	3	0	0	4	8		
8:45	9:00	3	3	1	0	8	0	0	8	32		
9:00	9:15	2	2	0	0	2	0	2	0	4		
9:15	9:30	3	2	0	0	2	0	2	0	3	88	
9:30	9:45	2	2	0	0	8	0	0	0	8		
9:45	10:00	3	3	1	1	9	0	0	3	8		
10:00	10:15	3	3	1	0	8	0	0	0	8		
10:15	10:30	2	2	0	0	8	0	0	0	8		
10:30	10:45	3	3	0	0	8	0	0	0	8	88	
10:45	11:00	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
11:00	11:15	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
11:15	11:30	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
11:30	11:45	3	3	0	0	8	0	0	0	8	88	
11:45	12:00	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
12:00	12:15	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
12:15	12:30	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
12:30	12:45	3	3	0	0	8	0	0	0	8	88	
12:45	13:00	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
13:00	13:15	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
13:15	13:30	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
13:30	13:45	3	3	0	0	8	0	0	0	8	88	
13:45	14:00	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
14:00	14:15	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
14:15	14:30	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
14:30	14:45	3	3	0	0	8	0	0	0	8	88	
14:45	15:00	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
15:00	15:15	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
15:15	15:30	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
15:30	15:45	3	3	0	0	8	0	0	0	8	88	
15:45	16:00	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
16:00	16:15	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
16:15	16:30	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
16:30	16:45	3	3	0	0	8	0	0	0	8	88	
16:45	17:00	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
17:00	17:15	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
17:15	17:30	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
17:30	17:45	3	3	0	0	8	0	0	0	8	88	
17:45	18:00	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
18:00	18:15	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
18:15	18:30	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
18:30	18:45	3	3	0	0	8	0	0	0	8	88	
18:45	19:00	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
19:00	19:15	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
19:15	19:30	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
19:30	19:45	3	3	0	0	8	0	0	0	8	88	
19:45	20:00	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
20:00	20:15	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
20:15	20:30	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
20:30	20:45	3	3	0	0	8	0	0	0	8	88	
20:45	21:00	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
21:00	21:15	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
21:15	21:30	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
21:30	21:45	3	3	0	0	8	0	0	0	8	88	
21:45	22:00	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
22:00	22:15	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
22:15	22:30	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
22:30	22:45	3	3	0	0	8	0	0	0	8	88	
22:45	23:00	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
23:00	23:15	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
23:15	23:30	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
23:30	23:45	3	3	0	0	8	0	0	0	8	88	
23:45	0:00	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
0:00	0:15	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
0:15	0:30	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
0:30	0:45	3	3	0	0	8	0	0	0	8	88	
0:45	1:00	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
1:00	1:15	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
1:15	1:30	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
1:30	1:45	3	3	0	0	8	0	0	0	8	88	
1:45	2:00	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
2:00	2:15	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
2:15	2:30	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
2:30	2:45	3	3	0	0	8	0	0	0	8	88	
2:45	3:00	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
3:00	3:15	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
3:15	3:30	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
3:30	3:45	3	3	0	0	8	0	0	0	8	88	
3:45	4:00	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
4:00	4:15	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
4:15	4:30	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
4:30	4:45	3	3	0	0	8	0	0	0	8	88	
4:45	5:00	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
5:00	5:15	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
5:15	5:30	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
5:30	5:45	3	3	0	0	8	0	0	0	8	88	
5:45	6:00	3	3	0	0	8	0	0	0	8		
TOTALES		347	111	151	5	9	3	4	0	885	100	

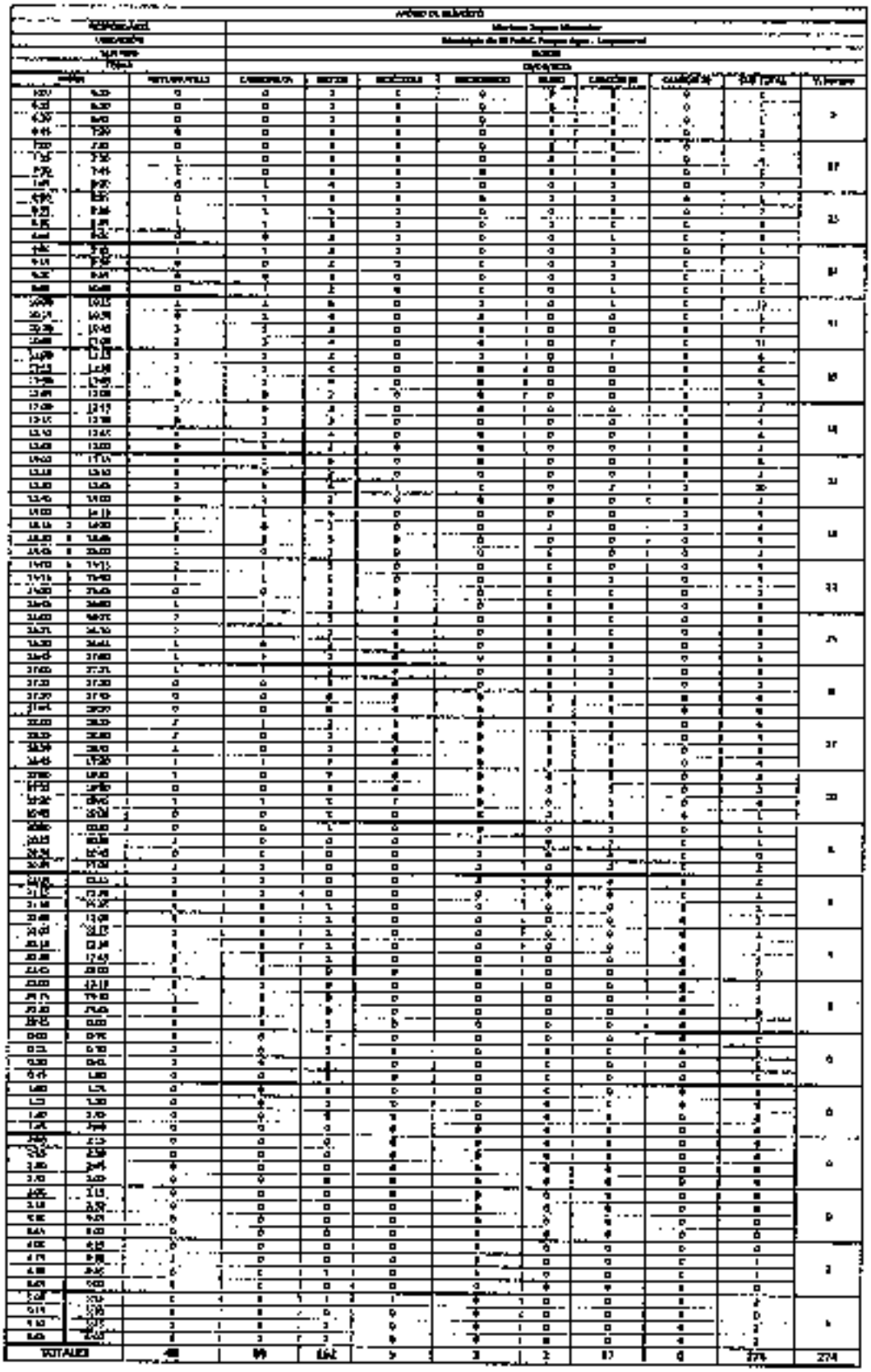
| | | |

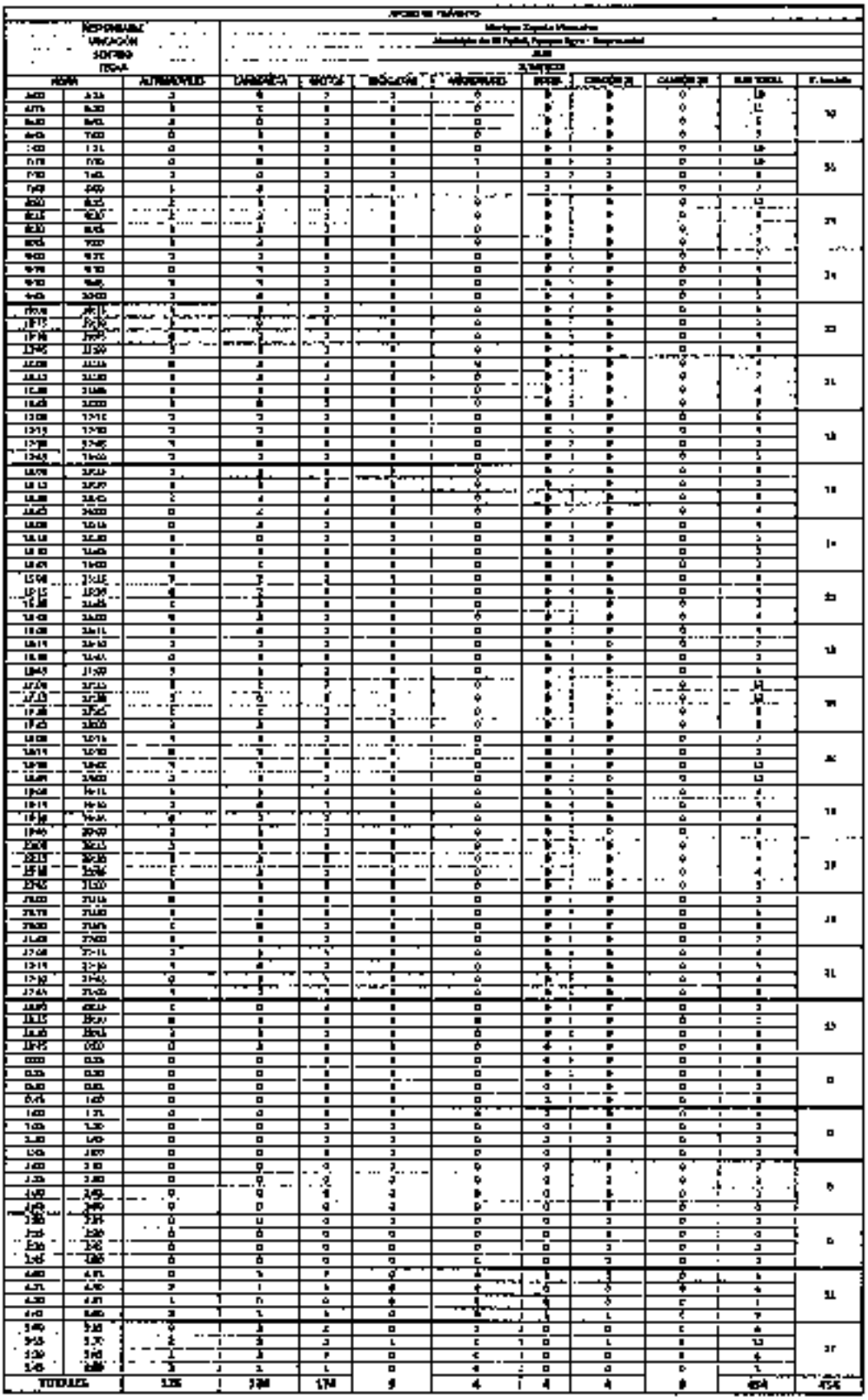


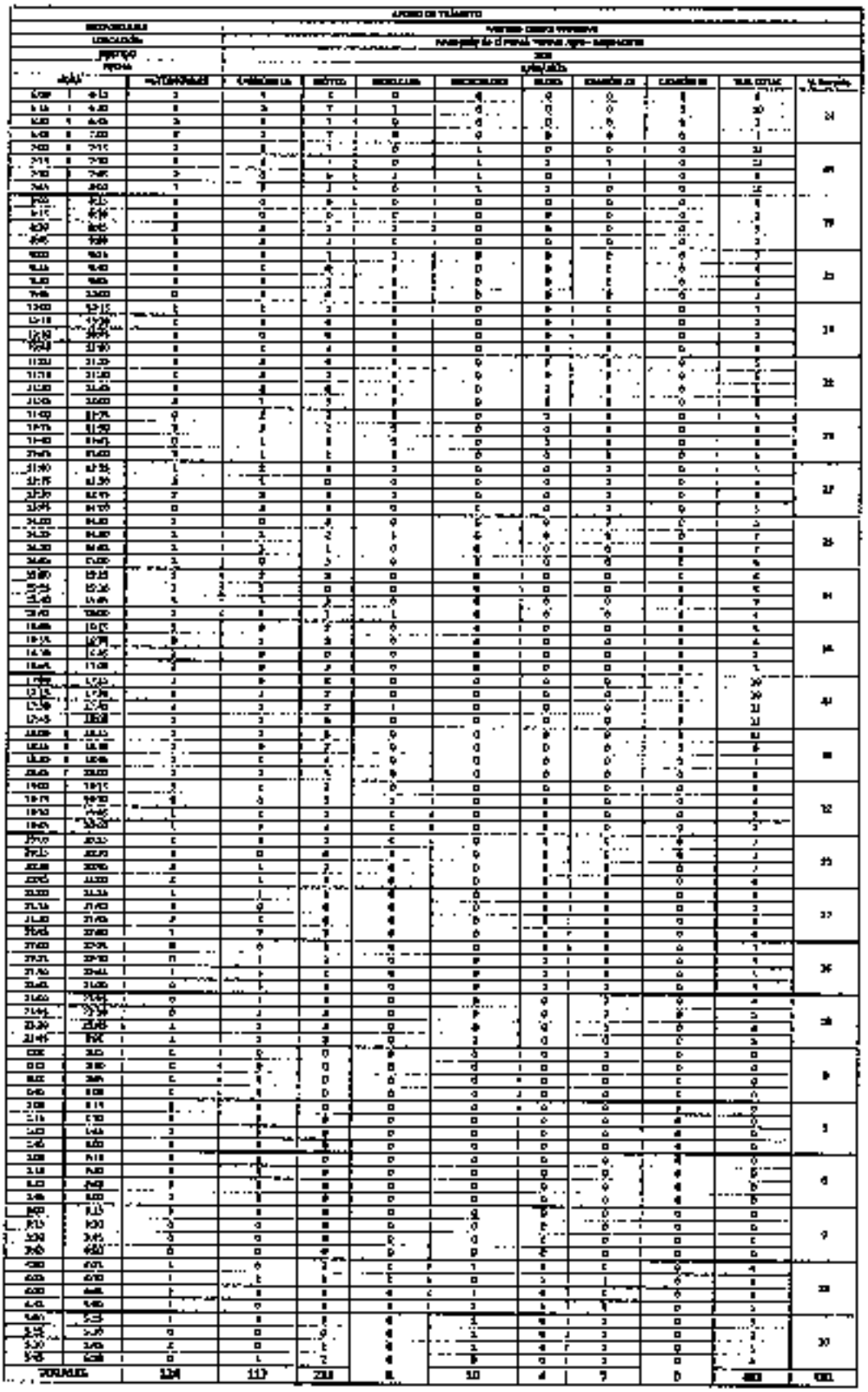


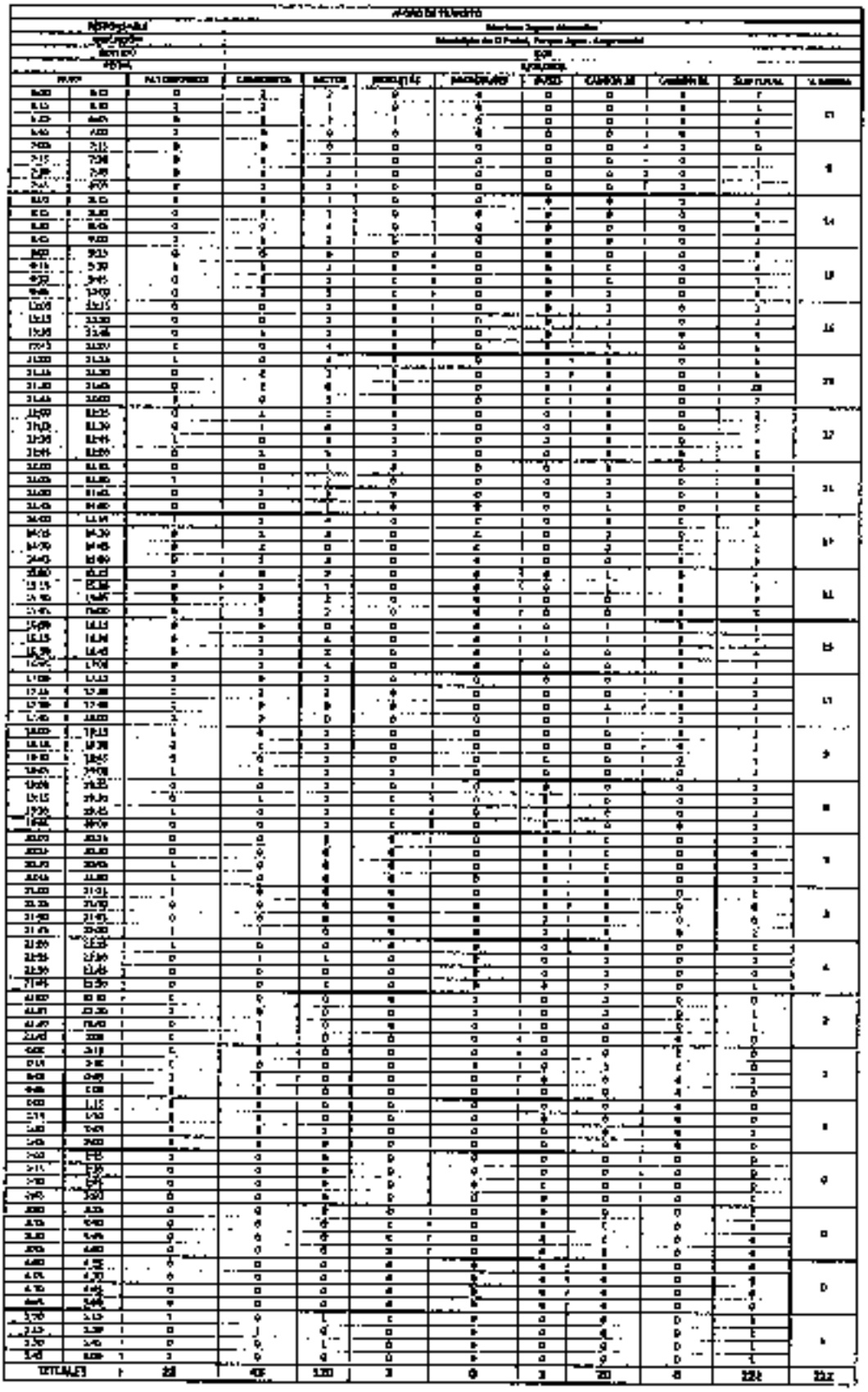


ARCHIVO DE VOLUNTARIO









CÁLCULO DE LOS EJERS EQUIVALENTES - ESAL

Carrera 23c

PERIODO DE DISEÑO		10 AÑOS
Tasa de Crecimiento por Región en %		
r_{vp} =	1,10	Tasa de Crecimiento Anual de la Población (vehículos de pasajeros)
r_{vc} =	2,00	Tasa de Crecimiento Anual del PBI Region (vehículos de carga)

FUERZA DE PRESIÓN (Fb)	1
FACTOR DIRECCIONAL (Fd)	1
FACTOR CARRIL (Fc)	1

TRÁFICO ACTUAL POR TIPO DE VEHÍCULO		
Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Automovil	253	23,47
Camioneta	125	11,60
Motos	670	62,15
Micro	7	0,65
Bus Grande	5	0,46
Camión 2E	18	1,67
Camión 3E	0	0,00
Camión 4E	0	0,00
Semi Trayler 2S1 /2S2	0	0,00
Semi Trayler 2S3	0	0,00
Semi Trayler 3S1 /3S2	0	0,00
Semi Trayler ≥3S3	0	0,00
Trayler 2T2	0	0,00
Trayler 2T3	0	0,00
Trayler 3T2	0	0,00
Trayler ≥3T3	0	0,00
	1078	100,00

CONFIGURACIÓN VEHICULAR	EJE DELANTERO	CONJUNTO DE EJES POSTERIORES		
		1RO	2DO	3RO
Bus Grande	7	16		
2E	7	11		
3E	7	18		
4E	7	23		
2S1 /2S2	7	11	18	
2S3	7	11	25	
3S1 /3S2	7	18	18	
≥3S3	7	18	25	
2T2	7	11	11	11
2T3	7	11	11	18
3T2	7	18	11	11
≥3T3	7	18	11	18

FACTORES DE EQUIVALENCIA O DAÑO					
	EJE DELANTE	CONJUNTO DE EJES POSTERIORES			
		1	2	3	Fpt.
Bus Grande	1,27	2,34			3,62
2E	1,27	3,33			4,61
3E	1,27	3,46			4,73
4E	1,27	3,69			4,96
2S1 /2S2	1,27	3,33	3,46		8,07
2S3	1,27	3,33	4,16		8,77
3S1 /3S2	1,27	3,46	3,46		8,19
≥3S3	1,27	3,46	4,16		8,98
2T2	1,27	3,33	3,33	3,33	11,28
2T3	1,27	3,33	3,33	3,46	11,40
3T2	1,27	3,46	3,33	3,33	11,40
≥3T3	1,27	3,46	3,33	3,46	11,52

DEMANDA PROYECTADA

Para la proyección de la demanda utilizar la siguiente fórmula:

$$T_n = T_0 (1 + r)^{(n-1)}$$

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año "n" en vehículo por día

T_0 = Tránsito actual (año base) en vehículo por día

n = año futuro de proyección

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

DEMANDA PROYECTADA		
Tipo de Vehículo	IMDpl	Distribución (%)
Automovil	279	23,44
Camioneta	138	11,58
C.R.	739	62,07
Micro	8	0,65
Bus Grande	6	0,46
Camión 2E	22	1,81
Camión 3E	0	0,00
Camión 4E	0	0,00
Semi Trayler 2S1 /2S2	0	0,00
Semi Trayler 2S3	0	0,00
Semi Trayler 3S1 /3S2	0	0,00
Semi Trayler ≥3S3	0	0,00
Trayler 2T2	0	0,00
Trayler 2T3	0	0,00
Trayler 3T2	0	0,00
Trayler ≥3T3	0	0,00
	1191	100,00

FACTOR DE CRECIMIENTO ACUMULADO:

$$= \frac{(1 + \quad) - 1}{}$$

Fca V. Ligeros=	10,51
Fca V. Pesados=	10,95

JES EQUIVALENTES POR CADA TIPO DE VEHÍCUL

$$= \quad * \quad * \quad * \quad *$$

JES EQUIVALENTES POR CADA TIPO DE VEHICUL

Tipo de Vehiculo	EEdía-carril	Distribución (%)
Bus Grande	20	16,75
Camión 2E	99	83,25
Camión 3E	0	0,00
Camión 4E	0	0,00
Semi Trayler 2S1 /2S2	0	0,00
Semi Trayler 2S3	0	0,00
Semi Trayler 3S1 /3S2	0	0,00
Semi Trayler ≥3S3	0	0,00
Trayler 2T2	0	0,00
Trayler 2T3	0	0,00
Trayler 3T2	0	0,00
Trayler ≥3T3	0	0,00
IMD	119	100,00

NUMERO DE REPETICIONES DE EJES

Nrep de . = [(, • • 365)]

Nrep de , = 475868 EE

CÁLCULO DE LOS EJERS EQUIVALENTES - ESAL

Vía de ingreso Horizontes

PERIODO DE DISEÑO		10 AÑOS
Tasa de Crecimiento por Región en %		
r_p =	1,10	Tasa de Crecimiento Anual de la Población (vehiculos de pasajeros)
r_c =	2,00	Tasa de Crecimiento Anual del PBI Region (vehiculos de carga)

FUERZA DE PRESIÓN (Fb)	1
FACTOR DIRECCIONAL (Fd)	1
FACTOR CARRIL (Fc)	1

TRÁFICO ACTUAL POR TIPO DE VEHÍCULO		
Tipo de Vehiculo	IMD	Distribución (%)
Automovil	115	19,04
Camioneta	88	14,57
Motos	342	56,62
Micro	6	0,99
Bus Grande	10	1,66
Camión 2E	43	7,12
Camión 3E	0	0,00
Camión 4E	0	0,00
Semi Trayler 2S1 /2S2	0	0,00
Semi Trayler 2S3	0	0,00
Semi Trayler 3S1 /3S2	0	0,00
Semi Trayler ≥3S3	0	0,00
Trayler 2T2	0	0,00
Trayler 2T3	0	0,00
Trayler 3T2	0	0,00
Trayler ≥3T3	0	0,00
	604	100,00

CONFIGURACIÓN VEHICULAR	EJE DELANTERO	CONJUNTO DE EJES POSTERIORES		
		1RO	2DO	3RO
Bus Grande	7	16		
2E	7	11		
3E	7	18		
4E	7	23		
2S1 /2S2	7	11	18	
2S3	7	11	25	
3S1 /3S2	7	18	18	
≥3S3	7	18	25	
2T2	7	11	11	11
2T3	7	11	11	18
3T2	7	18	11	11
≥3T3	7	18	11	18

FACTORES DE EQUIVALENCIA O DAÑO					
	EJE DELANTE	CONJUNTO DE EJES POSTERIORES			
		1	2	3	Fyt.
Bus Grande	1,27	2,34			3,62
2E	1,27	3,33			4,61
3E	1,27	3,46			4,73
4E	1,27	3,69			4,96
2S1 /2S2	1,27	3,33	3,46		8,07
2S3	1,27	3,33	4,16		8,77
3S1 /3S2	1,27	3,46	3,46		8,19
≥3S3	1,27	3,46	4,16		8,98
2T2	1,27	3,33	3,33	3,33	11,25
2T3	1,27	3,33	3,33	3,46	11,40
3T2	1,27	3,46	3,33	3,33	11,40
≥3T3	1,27	3,46	3,33	3,46	11,52

DEMANDA PROYECTADA

Para la proyeccelí de la demanda utilizar la siguiente fórmula:

$$T_n = T_0 (1 + r)^{(n-1)}$$

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año en vehículo por día

T_0 = Tránsito actual (año base) en vehículo por día

n = año futuro de proyección

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

DEMANDA PROYECTADA		
Tipo de Vehículo	IMDp[	Distribución (%)
Automovil	127	18,93
Camioneta	97	14,48
C.R.	377	56,29
Micro	7	0,99
Bus Grande	11	1,65
Camión 2E	51	7,67
Camión 3E	0	0,00
Camión 4E	0	0,00
Semi Trayler 2S1 /2S2	0	0,00
Semi Trayler 2S3	0	0,00
Semi Trayler 3S1 /3S2	0	0,00
Semi Trayler ≥3S3	0	0,00
Trayler 2T2	0	0,00
Trayler 2T3	0	0,00
Trayler 3T2	0	0,00
Trayler ≥3T3	0	0,00
	670	100,00

FACTOR DE CRECIMIENTO ACUMULADO:

$$= \frac{(1 + \ ) - 1}{}$$

Fca V. Ligeros=	10,51
Fca V. Pesados=	10,95

JES EQUIVALENTES POR CADA TIPO DE VEHÍCUL

[= * * * *

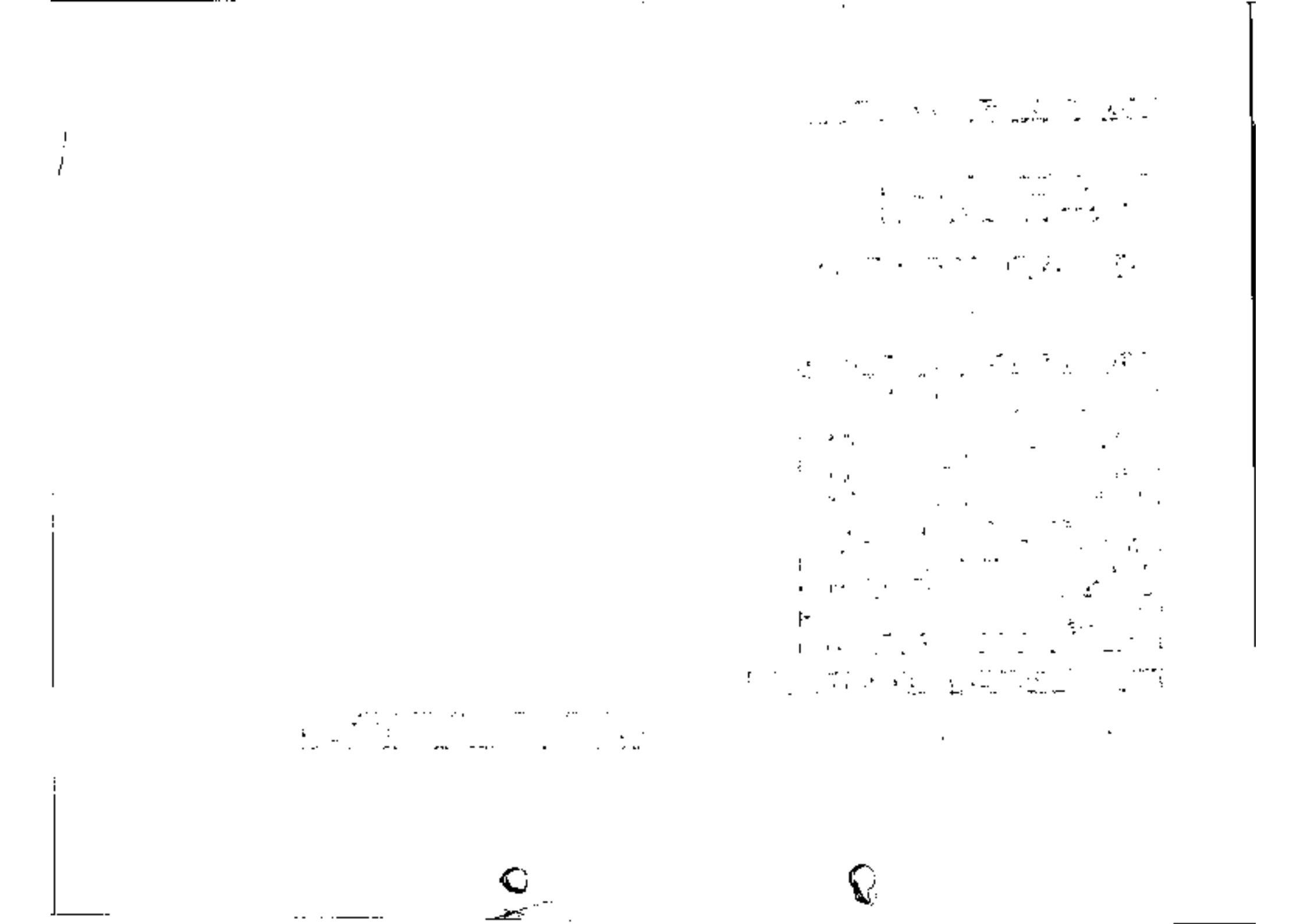
JES EQUIVALENTES POR CADA TIPO DE VEHÍCUL

Tipo de Vehículo	EEdía-carril	Distribución (%)
Bus Grande	40	14,42
Camión 2E	237	85,58
Camión 3E	0	0,00
Camión 4E	0	0,00
Semi Trayler 2S1 /2S2	0	0,00
Semi Trayler 2S3	0	0,00
Semi Trayler 3S1 /3S2	0	0,00
Semi Trayler ≥3S3	0	0,00
Trayler 2T2	0	0,00
Trayler 2T3	0	0,00
Trayler 3T2	0	0,00
Trayler ≥3T3	0	0,00
IMD	277	100,00

NUMERO DE REPETICIONES DE EJES

Nrep de . = [(, • • 365)]

Nrep de , = 1105792 EE



REPÚBLICA DE COLOMBIA

COPNIA

Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Matrícula Profesional No.
05202-375570 ANT
Fecha de Expedición: **06/12/2017**

Nombre:
CARLOS MARIO
HENAO YEPES

Identificación:
C.C. 1037625504

Profesión:
INGENIERO CIVIL

Institución:
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



Este es un documento público expedido en virtud de la Ley 842 de 2003, que autoriza al titular a ejercer como Ingeniero en el Territorio Nacional.

DIRECTOR GENERAL

PRESIDENTE DEL CONSEJO

En caso de extravío debe ser remitida al COPNIA. Calle 78 No. 9-57 primer piso
Línea Nacional: 01 8000 116590

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

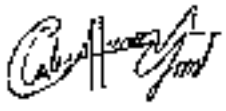
ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL

Yo, **Carlos Mario Henao Yepes,** Ingeniero Civil con Matrícula Profesional No. **05202 - 375570 ANT**, con experiencia certificada en el ejercicio profesional, debidamente registrado en el **CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA,** por medio del presente documento declaro que asumo toda responsabilidad del diseño de estudios del volumen de geotecnia del proyecto: **ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL**, por los perjuicios que a causa de ellos puedan deducirse, siempre y cuando se cumplan las recomendaciones y especificaciones dadas en el VOLUMEN DE ESTUDIOS de geotecnia y exonero a la administración municipal de El Peñol, departamento de Antioquia; Gobernación de Antioquia; Ministerio de Transporte e INVÍAS por los daños y perjuicios que de este volumen pudieran derivarse.

Volumen de Estudios de geotecnia elaborado de acuerdo con los requerimientos normativos requeridos por el **MINISTERIO DE TRANSPORTE.**

Para constancia de lo anterior se firma en la ciudad de Medellín a los 26 días del mes de mayo del año 2025.

Atentamente,



Carlos Mario Henao Yepes

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2025-3635913

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que CARLOS MARIO HENAO YEPES, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1037625504, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 05202-375570 desde el 06 de Diciembre de 2017, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 1789.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los veintisiete (27) días del mes de Mayo del año dos mil veinticinco (2025).

Rubén Darío Ochoa Arbeláez

Firma del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL

ESTUDIO DE TRÁNSITO

2025

HOJA DE CONTROL DE DOCUMENTO			
Nombre del documento:	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL		
Código del documento:	DYCO-PEÑO-003-TRAN-INF-001		
Versión: V1		**Fecha de la versión:**	**11-04-2025**

ELABORACIÓN, REVISIÓN, VERIFICACIÓN Y APROBACIÓN			
Actividad	**Fecha**	**Nombre del ejecutor**	**Firma**
Elaboración	09/03/2025	Carlos Henao	
Aprobó	11/04/2025	Juan Camilo Rios	

DISTRIBUCIÓN		
Persona a quien se envía	**Cargo**	**Organización**

CONTROL DE VERSIONES		
Versión	**Fecha**	**Naturaleza del cambio realizado con respecto a la versión anterior**

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 1

2. OBJETIVOS Y ALCANCE 3

2.1. OBJETIVO 3

2.2. ALCANCE 4

3. INFORMACIÓN SECUNDARIA 5

4. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO 7

5. TRABAJOS DE CAMPO 8

5.1. METODOLOGÍA DE DISEÑO 9

5.1.1. TRÁNSITO Y PERÍODO DE DISEÑO 10

6. ANÁLISIS, METODOLOGÍA DE CÁLCULO Y PROYECCIONES DE TRÁNSITO 32

7. CONCLUSIONES 35

8. BIBLIOGRAFÍA 36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Ubicación local zona de estudio 1

Figura 5-1. Localización sitios de ejecución aforos vehiculares. 30

Figura 5-2. Ejecución aforos vehiculares. 31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1. Registro de accidentes de tránsito por año en el municipio de El Peñol. 5

Tabla 5-1. Aforo de tránsito llevado a cabo el lunes 7 de abril/2025. Sentido Norte-Sur para la Carrera 23c. 10

Tabla 5-2. Aforo de tránsito llevado a cabo el martes 8 de abril/2025. Sentido Norte-Sur para la Carrera 23c. 13

Tabla 5-3. Aforo de tránsito llevado a cabo el miércoles 9 de abril/2025. Sentido Norte-Sur para la Carrera 23c. 16

Tabla 5-4. Aforo de tránsito llevado a cabo el jueves 10 de abril/2025. Sentido Norte-Sur para la Carrera 23c. 19

Tabla 5-5. Aforo de tránsito llevado a cabo el viernes 11 de abril/2025. Sentido Norte-Sur para la Carrera 23c. 21

Tabla 5-6. Aforo de tránsito llevado a cabo el sábado 12 de abril/2025. Sentido Norte-Sur para la Carrera 23c. 24

Tabla 5-7. Aforo de tránsito llevado a cabo el domingo 13 de abril/2025. Sentido Norte-Sur para la Carrera 23c. 27

Tabla 5-8. Coordenadas sitio de aforo vehicular, sistema WGS84. 31

Tabla 6-1. Categorías de tránsito. 34

ANEXOS

- Anexo A – Aforos de tránsito
- Anexo B – Cálculo de EE y TPD

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe contiene el estudio de tránsito para el diseño de pavimento flexible del proyecto ubicado en la Carrera 23C y vía del Parque Agro-Empresarial del municipio de El Peñol, en el departamento de Antioquia, dicho proyecto comprende aproximadamente 150 m de conexión vial (90 m y 60 m respectivamente) y se encuentra en el costado norte del casco urbano del municipio (ver Figura 1-1).



Figura 1-1. Ubicación local zona de estudio
Fuente: Google Earth, 2025.

En este documento se presenta el estudio de tránsito, en el cual se cuantificará y proyectará el TPD (Tránsito Promedio Diario) a partir de la información secundaria y primaria. Además, se determinará el número de ejes equivalentes a 8,2 t de diseño, para poder definir el alcance del proyecto y los parámetros de diseño pavimento.

También se proporcionará la información para conocer el tipo de tránsito que usará la vía cuando se construya, para ello se requiere determinar el mencionado Tránsito Promedio Diario (TPD), con base en conteos de 7 días de la semana con cubrimiento de las 24 horas, calcular el número acumulado de ejes equivalentes a 8,2 t en el carril de diseño.

2. OBJETIVOS Y ALCANCE

2.1. OBJETIVO

El objetivo principal del estudio de movilidad, consiste en determinar las características del tránsito (actual y proyectado) que se movilizará y que servirá de fundamento para el diseño estructural del pavimento, adicionalmente, efectuar los estimativos de capacidad y niveles de servicio y examinar su consistencia con la demanda máxima proyectada para el período establecido como horizonte del proyecto, el cual podrá ser mínimamente de 10 años, sin embargo, deberá ser acordado por el Consultor, Interventoría y Supervisión, teniendo en cuenta las características del corredor a intervenir.

Los objetivos y alcance de este estudio deben estar enfocados en el cálculo de ejes equivalentes para el posterior cálculo de la estructura del pavimento.

Los resultados del estudio de tránsito, deben ser la base para:

- Aportar los datos requeridos para la formulación del Plan de Manejo de Tránsito (de ser necesario).

- Identificar los puntos de conteos y la existencia de estaciones de pesaje de vehículos de carga y complementar el procesamiento de la información para la estimación del número de ejes equivalentes.

- Obtener el número acumulado de ejes equivalentes a 8,2 t en el carril de diseño, para el periodo de diseño en lo que se refiere a pavimentos rígidos y flexibles, y el número de repeticiones esperadas por tipo de vehículo para pavimentos rígidos.

- Se deberá recopilar información sobre el tránsito peatonal con el fin de asegurar la seguridad vial de este actor, lo que se vería reflejado en la inclusión de señalización vertical y horizontal específica y pasos peatonales y/o escolares que será un insumo indispensable para el diseño geométrico y de señalización.

2.2. ALCANCE

El estudio de tránsito centra su interés en el análisis de los flujos de transporte actuales y en la estimación de los flujos de transporte futuros, para lo cual se debe obtener información de fuentes secundarias, hacer estudios de campo sobre la infraestructura existente descritos posteriormente y aplicar modelos con fines predictivos.

Antes de proceder con la consecución de información secundaria y la toma de información primaria, mediante la aplicación de estudios de campo, el Consultor debe definir el área de influencia del proyecto, con el fin de identificar correctamente las fuentes de información secundaria a utilizar y los sitios donde se podrán aplicar de manera conveniente los estudios de campo.

El alcance esencial del estudio de tránsito es la obtención mediante información primaria de campo, complementada con la información secundaria existente, las matrices origen destino de viajes y los datos de tránsito que permitan establecer valores actualizados en las proyecciones de este, esto se deberá indicar en la metodología del estudio, documento que se deberá entregar a la Interventoría en donde se detallarán los diferentes trabajos de campo a realizar.

3. INFORMACIÓN SECUNDARIA

Se analizó información disponible para la zona de influencia del proyecto, propiamente para la vía analizada, la cual conduce hacia vías ubicadas al oriente del municipio de El Peñol. La información se obtuvo principalmente del "Informe de Resultados – Secretaría de Movilidad El Peñol, 2014 – 2022".

Entre la información más relevante se encuentra el registro de accidentalidad por año y por vereda, causas identificadas de los accidentes, número de fallecidos en siniestros viales y cantidad de infracciones de tránsito en jurisdicción del municipio.

En el período que se realizó la recopilación de la información, es decir, entre los años 2014 y 2022, se registraron 977 accidentes de tránsito. Dicho registro se presenta discriminado por año en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1. Registro de accidentes de tránsito por año en el municipio de El Peñol.

Año	Número de accidentes
2014	154
2015	191
2016	139
2017	38
2018	64
2019	115
2020	71
2021	80
2022	125

Fuente: Informe de Resultados – Secretaría de Movilidad El Peñol, 2014 – 2022, 2023.

Se evidencia que el año 2015 fue el año en el que se presentó la mayor cantidad de accidentes de tránsito en este municipio de manera general, predominando el volcamiento como el tipo de siniestro más usual con un 46% de ocurrencia. Los choques, atropellos y caídas de ocupantes también fueron registrados como siniestros usuales.

Para el año de registro más reciente, es decir, el año 2022, la motocicletas, con un 75,3% fueron los vehículos con más incidencia en los siniestros. La demografía general de accidentalidad en el municipio mostró predominancia de los hombres con un 88% de presencia en los siniestros. Los meses de abril y julio fueron los de mayor registro de accidentalidad.

Entre las principales causas de accidentalidad en este municipio se encuentran superficie lisa, huecos, exceso de velocidad y superficie humedad, aunque la predominancia la marcan las causas desconocidas con un 23% de presencia en esta estadística.

En cuanto a los fallecidos, en el período analizado se presentaron 15 de estas eventualidades, de los cuales el 60% se debió a siniestros tipo choque, teniendo mayor incidencia los vehículos tipo motocicleta con un 48%.

En este período se presentaron 9.251 comparendos por infracciones como:

- Conducir un vehículo sin haber obtenido la licencia de conducción correspondiente (D01), se registraron 1.851 comparendos por esta infracción.
- Conducir motocicleta sin cumplimiento de normas específicas (C24), se registraron 1.708 comparendos por esta infracción.
- No realizar la revisión tecno mecánica (C35), se registraron 1.327 comparendos por esta infracción.
- No portar el seguro obligatorio (D02), se registraron 1.169 comparendos por esta infracción.
- Conducir un vehículo sin portar la licencia de conducción (B01), se registraron 762 comparendos por esta infracción.

En el análisis temporal se evidencia un aumento en infracciones de tránsito cada año.

4. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

Para llevar a cabo este estudio, se ha planificado un riguroso proceso de análisis que comprende diversas etapas, cada una de las cuales es fundamental para obtener una caracterización precisa del terreno. Estas etapas incluyen:

- Visita al proyecto y sus alrededores por parte de los profesionales en vías e ingeniería civil con el objetivo de establecer preliminarmente las particularidades de la vía estudiada.

- Recopilación de información secundaria, como el Informe de Resultados – Secretaría de Movilidad El Peñol, 2014 – 2022 (2023).

- Desarrollo de aforos vehiculares durante las 24 horas de siete (7) días consecutivos en puntos del corredor existente seleccionados cuidadosamente

5. TRABAJOS DE CAMPO

Teniendo en cuenta que se debe disponer de suficiente información en cada uno de los tópicos enunciados en los objetivos del estudio, es necesario tomar información de campo, utilizando las metodologías recomendadas por el INVIAS o las que a juicio del Consultor y el supervisor y/o interventor del estudio sean las más recomendables para el cumplimiento de los objetivos y alcances del estudio.

Antes de proceder con la toma de información de campo, se consensuó con el interventor la metodología y formatos a utilizar. En .la metodología se especificaron claramente los sitios de toma de información, los recursos a utilizar y los mecanismos que aseguraron la calidad de la información acopiada.

El Estudio de Tránsito, tendrá como principal insumo los volúmenes vehiculares que se deben tomar como mínimo durante 7 días, 24 horas al día, en los puntos de aforo seleccionados sobre el corredor existente, los cuales no deben exceder los 2 años máximo.

Los formatos para el registro de los aforos vehiculares contendrán como mínimo:

- Fecha, hora y año
- Período
- Movimiento
- Volúmenes vehiculares por categoría de vehículos
- Auto
- Colectivo
- Bus
- Camión
- C-2 pequeño
- C-2 grande

- C-3
- C-4
- C-5
- Mayor a C-5
- Motocicletas
- Bicicletas
- Identificación del punto de aforo, es decir, mapa de localización mostrando la ubicación exacta.
- Aforador y responsable del aforo.
- Fecha.

Antes de proceder con la toma de información de aforos vehiculares, los sitios de aforo y formatos a utilizar fueron aprobados por el interventor, los cuales fueron ajustados de acuerdo con las particularidades del área de influencia del estudio, por ejemplo, en este caso, es de conocimiento público que, por la vía analizada, en la actualidad, no se presenta el tráfico de vehículos de tamaño superior a C3, información que fue corroborada en la ejecución del aforo vehicular llevado a cabo.

5.1. METODOLOGÍA DE DISEÑO

El diseño del pavimento se desarrolló empleando la metodología propuesta por el INVIAS en su publicación "Manual de Diseño de Pavimentos flexibles para bajos, medios y altos volúmenes de tránsito", emitido en el año 2015 en colaboración con el Ministerio de Transporte de la República de Colombia y el Instituto Colombiano de Productores de Cemento (ICPC).

Dicha metodología se centra en definir una serie de variables que tendrán influencia en el desempeño del pavimento para así, combinarlas y, según la combinación final, obtener un

espesor de pavimento. A continuación, se listan las variables que intervienen en la estimación del espesor de la losa de pavimento rígido.

5.1.1. TRÁNSITO Y PERÍODO DE DISEÑO

En primer lugar, se llevó a cabo un aforo de tránsito para establecer el volumen de tránsito promedio que se proyecta para la vía diseñada. Dicho procedimiento se ejecutó durante siete (7) días calendario, registrando el flujo de vehículos las 24 horas del día en intervalos de 15 minutos, entre el lunes 7 de abril/2025 y el domingo 13 de abril/2025, con el objetivo de tener un estimativo de las variaciones diarias respecto a esta variable. En la Tabla 5-1, Tabla 5-2, Tabla 5-3, Tabla 5-4, Tabla 5-5, Tabla 5-6 y Tabla 5-7 se muestra el aforo de tránsito llevado a cabo para cada uno de los días en los que se ejecutó el procedimiento para los vehículos que se desplazaron en sentido Norte-Sur en el tramo de la Carrera 23c durante el conteo. En el anexo A se podrá encontrar el aforo completo para los siete días aforados para el sentido Sur-Norte de este tramo y para ambos sentidos del tramo de la vía de ingreso a la vereda horizontes.

Tabla 5-1. Aforo de tránsito llevado a cabo el lunes 7 de abril/2025. Sentido Norte-Sur para la Carrera 23c.

HORA		AUTOMOVILES	CAMIONETA	MOTOS	BICICLETAS	MICROBUSES	BUSES	CAMIÓN 1E	CAMIÓN 3E	SUB TOTAL	V. horario
6:00	6:15	1	1	2	0	0	0	0	0	4	17
6:15	6:30	1	1	2	0	0	0	0	0	4	
6:30	6:45	1	1	2	0	0	0	0	0	4	
6:45	7:00	1	1	2	0	0	0	1	0	5	
7:00	7:15	0	1	2	0	0	0	1	0	4	17
7:15	7:30	1	1	2	1	0	0	0	0	5	
7:30	7:45	0	1	2	1	0	0	0	0	4	
7:45	8:00	1	1	1	0	0	0	1	0	4	
8:00	8:15	0	1	2	0	0	0	0	0	3	14
8:15	8:30	1	1	0	1	0	0	0	0	3	
8:30	8:45	0	1	1	0	0	0	0	0	2	
8:45	9:00	1	1	2	1	0	0	1	0	6	
9:00	9:15	0	1	0	1	0	0	1	0	3	10
9:15	9:30	1	0	2	0	0	0	0	0	3	

HORA		AUTOMOVILES	CAMIONETA	MOTOS	BICICLETAS	MICROBUSES	BUSES	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUB TOTAL	V. horario
9:30	9:45	0	0	1	1	0	0	0	0	2	
9:45	10:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2	
10:00	10:15	0	0	1	1	0	0	0	0	2	9
10:15	10:30	0	1	0	0	0	0	1	0	2	
10:30	10:45	1	0	2	1	0	0	0	0	4	
10:45	11:00	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
11:00	11:15	1	1	1	1	0	0	0	0	4	18
11:15	11:30	1	1	1	0	0	0	0	0	3	
11:30	11:45	3	0	2	1	0	0	0	0	6	
11:45	12:00	1	1	2	1	0	0	0	0	5	
12:00	12:15	1	1	2	1	0	0	1	0	6	17
12:15	12:30	0	1	1	1	0	0	0	0	3	
12:30	12:45	0	1	0	0	0	0	1	0	2	
12:45	13:00	1	1	1	1	0	0	0	0	4	
13:00	13:15	0	1	1	0	0	0	0	0	2	15
13:15	13:30	1	1	2	0	0	0	0	0	4	
13:30	13:45	1	1	1	1	0	0	0	0	4	
13:45	14:00	2	1	2	0	0	0	0	0	5	
14:00	14:15	0	1	2	0	0	0	0	0	3	12
14:15	14:30	1	1	1	1	0	0	0	0	4	
14:30	14:45	0	1	1	0	0	0	0	0	2	
14:45	15:00	0	1	2	0	0	0	0	0	3	
15:00	15:15	1	1	1	0	0	0	0	0	3	12
15:15	15:30	1	1	2	0	0	0	0	0	4	
15:30	15:45	1	0	1	1	0	0	0	0	3	
15:45	16:00	0	1	1	0	0	0	0	0	2	
16:00	16:15	1	1	1	0	0	0	0	0	3	15
16:15	16:30	0	1	2	1	0	0	0	0	4	
16:30	16:45	0	1	2	1	0	0	0	0	4	
16:45	17:00	1	1	2	0	0	0	0	0	4	
17:00	17:15	0	1	2	0	0	0	0	0	3	14
17:15	17:30	0	1	3	1	0	0	0	0	5	
17:30	17:45	1	1	1	1	0	0	0	0	4	
17:45	18:00	0	1	1	0	0	0	0	0	2	
18:00	18:15	0	1	1	1	0	0	0	0	3	10
18:15	18:30	1	0	1	0	0	0	0	0	2	

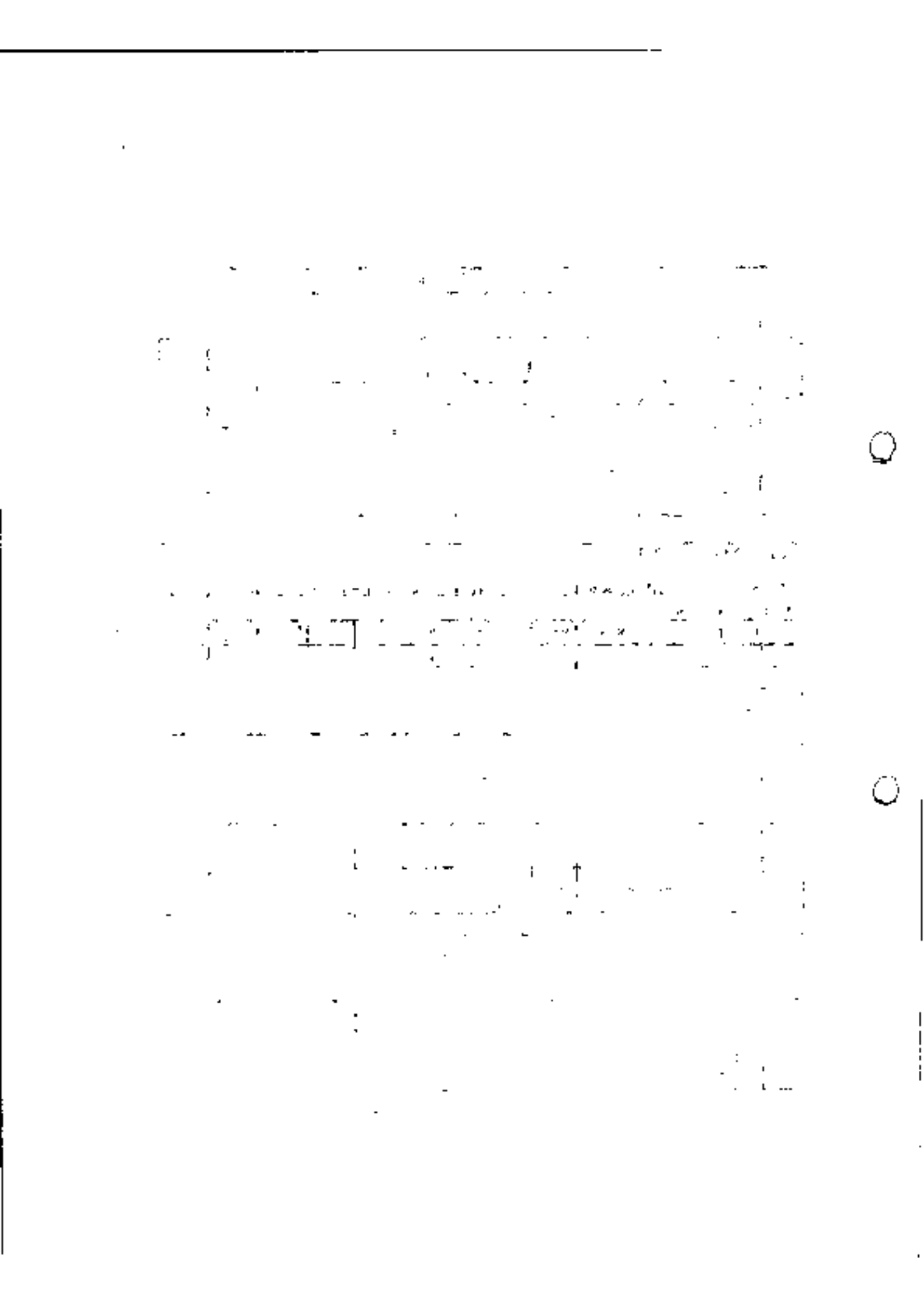
HORA		AUTOMOVILES	CAMIONETA	MOTOS	BICICLETAS	MICROBUSES	BUSES	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUB TOTAL	V. horario
18:30	18:45	0	1	1	0	0	0	0	0	2	
18:45	19:00	1	0	1	1	0	0	0	0	3	
19:00	19:15	0	0	1	0	0	0	0	0	1	7
19:15	19:30	1	1	1	0	0	0	0	0	3	
19:30	19:45	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
19:45	20:00	1	0	1	0	0	0	0	0	2	
20:00	20:15	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3
20:15	20:30	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
20:30	20:45	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
20:45	21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21:00	21:15	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3
21:15	21:30	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
21:30	21:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21:45	22:00	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
22:00	22:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
22:15	22:30	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
22:30	22:45	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
22:45	23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23:00	23:15	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
23:15	23:30	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
23:30	23:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23:45	0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0:00	0:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0:15	0:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0:30	0:45	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
0:45	1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1:00	1:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1:15	1:30	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
1:30	1:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1:45	2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2:00	2:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:15	2:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2:30	2:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2:45	3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3:00	3:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
3:15	3:30	1	0	0	0	0	0	0	0	1	

HORA		AUTOMOVILES	CAMIONETA	MOTOS	BICICLETAS	MICROBUSES	BUSES	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUB TOTAL	V. horario
3:30	3:45	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
3:45	4:00	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
4:00	4:15	1	1	1	0	0	0	0	0	3	11
4:15	4:30	0	1	1	0	0	0	0	0	2	
4:30	4:45	1	0	1	0	0	0	0	0	2	
4:45	5:00	1	1	2	0	0	0	0	0	4	
5:00	5:15	1	1	1	0	0	0	0	0	3	16
5:15	5:30	0	1	1	0	0	0	0	0	2	
5:30	5:45	1	1	2	1	0	0	1	0	6	
5:45	6:00	1	1	2	1	0	0	0	0	5	
TOTALES		66	47	58	88	25	0	0	9	0	227

Fuente: DYCO S.A.S,2025.

Tabla 5-2. Aforo de tránsito llevado a cabo el martes 8 de abril/2025. Sentido Norte-Sur para la Carrera 23c.

HORA		AUTOMOVILES	CAMIONETA	MOTOS	BICICLETAS	MICROBUSES	BUSES	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUB TOTAL	V. horario
6:00	6:15	1	2	2	0	0	0	1	0	6	25
6:15	6:30	2	2	3	0	0	0	0	0	7	
6:30	6:45	1	1	3	1	0	0	0	0	6	
6:45	7:00	1	1	3	0	0	0	1	0	6	
7:00	7:15	1	2	2	1	0	0	0	0	6	22
7:15	7:30	1	2	3	1	0	0	0	0	7	
7:30	7:45	1	2	1	1	0	0	0	0	5	
7:45	8:00	1	1	1	0	0	0	1	0	4	
8:00	8:15	1	2	2	0	0	0	0	0	5	22
8:15	8:30	1	2	2	1	0	0	0	0	6	
8:30	8:45	0	2	1	1	0	0	1	0	5	
8:45	9:00	1	2	1	1	0	0	1	0	6	
9:00	9:15	0	2	0	1	0	0	0	0	3	11
9:15	9:30	1	0	0	1	0	0	0	0	2	
9:30	9:45	0	1	1	1	0	0	0	0	3	
9:45	10:00	0	1	2	0	0	0	0	0	3	
10:00	10:15	0	1	1	1	0	0	0	0	3	14
10:15	10:30	0	1	1	1	0	0	0	0	3	
10:30	10:45	1	0	2	1	0	0	0	0	4	
10:45	11:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4	
11:00	11:15	2	1	1	1	0	0	0	0	5	27



HORA		AUTOMOVILES	CAMIONETA	MOTOS	BICICLETAS	MICROBUSES	BUSES	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUB TOTAL	V. horario
11:15	11:30	2	1	3	1	0	0	0	0	7	
11:30	11:45	3	1	3	1	0	0	0	0	8	
11:45	12:00	1	1	3	1	0	0	1	0	7	
12:00	12:15	1	2	2	1	0	0	1	0	7	25
12:15	12:30	1	2	2	1	0	0	0	0	6	
12:30	12:45	1	2	2	1	0	0	0	0	6	
12:45	13:00	1	2	2	1	0	0	0	0	6	
13:00	13:15	1	2	1	0	0	0	0	0	4	17
13:15	13:30	1	2	1	0	0	0	0	0	4	
13:30	13:45	1	1	1	1	0	0	0	0	4	
13:45	14:00	2	1	1	1	0	0	0	0	5	
14:00	14:15	1	1	1	0	0	0	0	0	3	11
14:15	14:30	1	1	1	1	0	0	0	0	4	
14:30	14:45	0	0	1	1	0	0	0	0	2	
14:45	15:00	0	0	2	0	0	0	0	0	2	
15:00	15:15	1	0	1	0	0	0	0	0	2	9
15:15	15:30	1	0	1	0	0	0	0	0	2	
15:30	15:45	1	0	1	1	0	0	0	0	3	
15:45	16:00	0	0	1	1	0	0	0	0	2	
16:00	16:15	1	0	1	0	0	0	0	0	2	21
16:15	16:30	0	1	2	1	0	0	0	0	4	
16:30	16:45	3	0	3	1	0	0	0	0	7	
16:45	17:00	3	1	4	0	0	0	0	0	8	
17:00	17:15	3	1	3	0	0	0	0	0	7	30
17:15	17:30	3	2	3	1	0	0	0	0	9	
17:30	17:45	3	2	2	1	0	0	0	0	8	
17:45	18:00	2	1	3	0	0	0	0	0	6	
18:00	18:15	2	1	2	1	0	0	0	0	6	18
18:15	18:30	1	1	2	1	0	0	0	0	5	
18:30	18:45	0	1	2	0	0	0	0	0	3	
18:45	19:00	1	0	2	1	0	0	0	0	4	
19:00	19:15	0	0	2	0	0	0	0	0	2	11
19:15	19:30	1	1	2	0	0	0	0	0	4	
19:30	19:45	0	1	2	0	0	0	0	0	3	
19:45	20:00	1	0	1	0	0	0	0	0	2	
20:00	20:15	0	0	2	0	0	0	0	0	2	4

HORA		AUTOMOVILES	CAMIONETA	MOTOS	BICICLETAS	MICROBUSES	BUSES	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUB TOTAL	V. horario
20:15	20:30	1	0	0	1	0	0	0	0	2	
20:30	20:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20:45	21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21:00	21:15	1	1	0	0	0	0	0	0	2	
21:15	21:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
21:30	21:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21:45	22:00	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
22:00	22:15	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
22:15	22:30	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3
22:30	22:45	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
22:45	23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23:00	23:15	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
23:15	23:30	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
23:30	23:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23:45	0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0:00	0:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0:15	0:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0:30	0:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0:45	1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1:00	1:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1:15	1:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30	1:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1:45	2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2:00	2:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2:15	2:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30	2:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2:45	3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3:00	3:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3:15	3:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30	3:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3:45	4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4:00	4:15	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
4:15	4:30	0	1	1	0	0	0	0	0	2	14
4:30	4:45	1	1	2	0	0	0	0	0	4	
4:45	5:00	2	1	2	1	0	0	1	0	7	
5:00	5:15	2	1	1	1	0	0	0	0	5	23

HORA		AUTOMOVILES	CAMIONETA	MOTOS	BICICLETAS	MICROBUSES	BUSES	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUB TOTAL	V. horario
5:15	5:30	1	1	2	1	0	0	0	0	5	
5:30	5:45	1	1	2	1	0	0	1	0	6	
5:45	6:00	1	1	3	1	0	0	1	0	7	
TOTALES		66	76	69	117	40	0	0	10	0	312

Fuente: DYCO S.A.S,2025.

Tabla 5-3. Aforo de tránsito llevado a cabo el miércoles 9 de abril/2025. Sentido Norte-Sur para la Carrera 23c.

HORA		AUTOMOVILES	CAMIONETA	MOTOS	BICICLETAS	MICROBUSES	BUSES	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUB TOTAL	V. horario
6:00	6:15	1	3	4	1	0	0	0	0	9	
6:15	6:30	2	2	4	1	0	0	0	0	9	38
6:30	6:45	3	3	3	1	0	0	1	0	11	
6:45	7:00	3	2	2	1	0	0	1	0	9	
7:00	7:15	2	2	2	1	0	0	1	0	8	
7:15	7:30	2	2	2	1	0	0	1	0	8	31
7:30	7:45	2	2	2	1	0	0	0	0	7	
7:45	8:00	3	2	2	1	0	0	0	0	8	
8:00	8:15	2	1	2	1	0	0	0	0	6	
8:15	8:30	2	0	2	1	0	0	0	0	5	19
8:30	8:45	1	0	1	1	0	0	0	0	3	
8:45	9:00	1	1	2	1	0	0	0	0	5	
9:00	9:15	1	1	1	1	0	0	0	0	4	
9:15	9:30	1	1	2	1	0	0	0	0	5	13
9:30	9:45	0	0	1	1	0	0	0	0	2	
9:45	10:00	0	1	0	1	0	0	0	0	2	
10:00	10:15	0	0	0	1	0	0	1	0	2	
10:15	10:30	1	0	0	1	0	0	0	0	2	11
10:30	10:45	1	0	2	1	0	0	0	0	4	
10:45	11:00	0	1	1	1	0	0	0	0	3	
11:00	11:15	1	3	1	2	0	0	1	0	8	
11:15	11:30	2	3	3	2	0	0	0	0	10	38
11:30	11:45	2	3	2	3	0	0	0	0	10	
11:45	12:00	2	3	2	3	0	0	0	0	10	
12:00	12:15	2	3	4	2	0	0	0	0	11	
12:15	12:30	2	3	2	1	0	0	1	0	9	37
12:30	12:45	2	3	2	2	0	0	0	0	9	
12:45	13:00	2	3	2	1	0	0	0	0	8	



HORA		AUTOMOVILES	CAMIONETA	MOTOS	BICICLETAS	MICROBUSES	BUSES	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUB TOTAL	V. horario
13:00	13:15	2	2	3	2	0	0	0	0	9	24
13:15	13:30	2	2	2	0	0	0	0	0	6	
13:30	13:45	2	1	1	0	0	0	1	0	5	
13:45	14:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4	
14:00	14:15	2	1	1	0	0	0	0	0	4	13
14:15	14:30	2	1	1	0	0	0	0	0	4	
14:30	14:45	2	0	1	0	0	0	0	0	3	
14:45	15:00	1	0	1	0	0	0	0	0	2	
15:00	15:15	1	1	0	0	0	0	0	0	2	12
15:15	15:30	1	1	1	0	0	0	0	0	3	
15:30	15:45	1	1	1	1	0	0	0	0	4	
15:45	16:00	0	1	0	2	0	0	0	0	3	
16:00	16:15	1	1	0	2	0	0	0	0	4	18
16:15	16:30	0	1	0	1	0	0	0	0	2	
16:30	16:45	1	1	2	1	0	0	0	0	5	
16:45	17:00	1	2	2	2	0	0	0	0	7	
17:00	17:15	2	4	3	2	0	0	1	0	12	43
17:15	17:30	2	4	3	1	0	0	0	0	10	
17:30	17:45	2	5	3	1	0	0	0	0	11	
17:45	18:00	2	4	2	2	0	0	0	0	10	
18:00	18:15	2	2	2	1	0	0	0	0	7	24
18:15	18:30	2	2	2	0	0	0	0	0	6	
18:30	18:45	2	3	1	0	0	0	0	0	6	
18:45	19:00	1	3	1	0	0	0	0	0	5	
19:00	19:15	1	0	2	0	0	0	0	0	3	13
19:15	19:30	2	1	2	0	0	0	0	0	5	
19:30	19:45	1	1	1	0	0	0	0	0	3	
19:45	20:00	1	0	1	0	0	0	0	0	2	
20:00	20:15	0	1	0	0	0	0	0	0	1	7
20:15	20:30	1	0	1	0	0	0	0	0	2	
20:30	20:45	1	1	1	0	0	0	0	0	3	
20:45	21:00	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
21:00	21:15	1	0	1	0	0	0	0	0	2	3
21:15	21:30	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
21:30	21:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21:45	22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

HORA		AUTOMOVILES	CAMIONETA	MOTOS	BICICLETAS	MICROBUSES	BUSES	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUB TOTAL	V. horario
22:00	22:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
22:15	22:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22:30	22:45	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
22:45	23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23:00	23:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
23:15	23:30	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
23:30	23:45	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
23:45	0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0:00	0:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0:15	0:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0:30	0:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0:45	1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1:00	1:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:15	1:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1:30	1:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1:45	2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2:00	2:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:15	2:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2:30	2:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2:45	3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3:00	3:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:15	3:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3:30	3:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3:45	4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4:00	4:15	1	0	0	0	0	0	0	0	1	11
4:15	4:30	1	1	1	0	0	0	0	0	3	
4:30	4:45	1	0	1	1	0	0	0	0	3	
4:45	5:00	1	1	1	1	0	0	0	0	4	
5:00	5:15	1	1	2	1	0	0	1	0	6	26
5:15	5:30	1	1	2	1	0	0	1	0	6	
5:30	5:45	1	2	2	1	0	0	0	0	6	
5:45	6:00	2	3	2	1	0	0	0	0	8	
TOTALES		66	97	107	109	60	0	0	11	0	384

Fuente: DYCO S.A.S,2025.

Tabla 5-4. Aforo de tránsito llevado a cabo el jueves 10 de abril/2025. Sentido Norte-Sur para la Carrera 23c.

HORA		AUTOMOVILES	CAMIONETA	MOTOS	BICICLETAS	MICROBUSES	BUSES	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUB TOTAL	V. horario
6:00	6:15	4	1	4	2	0	0	0	0	11	41
6:15	6:30	2	4	5	1	0	0	0	0	12	
6:30	6:45	4	3	5	1	0	0	0	0	13	
6:45	7:00	0	0	3	2	0	0	0	0	5	
7:00	7:15	3	3	4	1	0	0	1	0	12	43
7:15	7:30	2	0	1	3	0	0	0	0	6	
7:30	7:45	1	5	4	0	0	0	0	0	10	
7:45	8:00	4	4	5	1	0	0	1	0	15	
8:00	8:15	3	3	2	0	0	0	1	0	9	38
8:15	8:30	3	2	4	1	0	0	0	0	10	
8:30	8:45	0	5	2	2	0	0	0	0	9	
8:45	9:00	4	2	3	0	0	0	1	0	10	
9:00	9:15	3	2	1	1	0	0	0	0	7	32
9:15	9:30	4	3	1	0	0	0	1	0	9	
9:30	9:45	1	4	2	1	0	0	0	0	8	
9:45	10:00	4	0	2	2	0	0	0	0	8	
10:00	10:15	3	0	0	2	0	0	1	0	6	32
10:15	10:30	5	2	2	1	0	0	1	0	11	
10:30	10:45	0	1	1	1	0	0	0	0	3	
10:45	11:00	2	5	4	1	0	0	0	0	12	
11:00	11:15	4	3	1	1	0	0	0	0	9	36
11:15	11:30	5	0	5	1	0	0	1	0	12	
11:30	11:45	1	3	4	1	0	0	0	0	9	
11:45	12:00	1	5	0	0	0	0	0	0	6	
12:00	12:15	0	3	0	1	0	0	0	0	4	33
12:15	12:30	1	4	3	1	0	0	1	0	10	
12:30	12:45	1	1	5	1	0	0	0	0	8	
12:45	13:00	2	4	5	0	0	0	0	0	11	
13:00	13:15	1	4	4	1	0	0	0	0	10	43
13:15	13:30	5	0	4	1	0	0	0	0	10	
13:30	13:45	4	2	3	0	0	0	0	0	9	
13:45	14:00	5	1	5	2	0	0	1	0	14	
14:00	14:15	2	4	0	1	0	0	0	0	7	31
14:15	14:30	2	4	2	1	0	0	1	0	10	
14:30	14:45	4	5	2	1	0	0	0	0	12	



HORA		AUTOMOVILES	CAMIONETA	MOTOS	BICICLETAS	MICROBUSES	BUSES	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUB TOTAL	V. horario
14:45	15:00	1	0	0	1	0	0	0	0	2	
15:00	15:15	5	2	0	1	0	0	0	0	8	41
15:15	15:30	2	5	4	1	0	0	0	0	12	
15:30	15:45	5	2	4	3	0	0	0	0	14	
15:45	16:00	0	3	3	1	0	0	0	0	7	
16:00	16:15	2	1	2	2	0	0	0	0	7	34
16:15	16:30	3	5	3	2	0	0	0	0	13	
16:30	16:45	3	1	1	1	0	0	0	0	6	
16:45	17:00	0	3	3	1	0	0	1	0	8	
17:00	17:15	1	1	3	1	0	0	0	0	6	40
17:15	17:30	5	4	3	0	0	0	0	0	12	
17:30	17:45	0	4	5	1	0	0	0	0	10	
17:45	18:00	1	5	4	2	0	0	0	0	12	
18:00	18:15	4	4	4	1	0	0	0	0	13	32
18:15	18:30	0	3	1	2	0	0	0	0	6	
18:30	18:45	2	3	4	0	0	0	0	0	9	
18:45	19:00	0	4	0	0	0	0	0	0	4	
19:00	19:15	3	0	5	0	0	0	0	0	8	32
19:15	19:30	4	4	3	0	0	0	0	0	11	
19:30	19:45	0	4	3	0	0	0	0	0	7	
19:45	20:00	1	2	3	0	0	0	0	0	6	
20:00	20:15	0	1	2	0	0	0	0	0	3	13
20:15	20:30	1	1	2	0	0	0	0	0	4	
20:30	20:45	1	1	1	0	0	0	0	0	3	
20:45	21:00	0	1	2	0	0	0	0	0	3	
21:00	21:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
21:15	21:30	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
21:30	21:45	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
21:45	22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22:00	22:15	0	1	0	0	0	0	0	0	1	4
22:15	22:30	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
22:30	22:45	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
22:45	23:00	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
23:00	23:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:15	23:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23:30	23:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

HORA		AUTOMOVILES	CAMIONETA	MOTOS	BICICLETAS	MICROBUSES	BUSES	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUB TOTAL	V. horario
23:45	0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0:00	0:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0:15	0:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0:30	0:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0:45	1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1:00	1:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:15	1:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1:30	1:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1:45	2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2:00	2:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:15	2:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2:30	2:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2:45	3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3:00	3:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:15	3:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3:30	3:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3:45	4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4:00	4:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
4:15	4:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4:30	4:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4:45	5:00	2	1	1	2	0	0	0	0	6	
5:00	5:15	3	1	0	0	0	0	0	0	4	31
5:15	5:30	2	3	1	1	0	0	0	0	7	
5:30	5:45	5	4	2	2	0	0	0	0	13	
5:45	6:00	2	2	1	1	0	0	1	0	7	
TOTALES		66	148	173	168	62	0	0	13	0	564

Fuente: DYCO S.A.S,2025.

Tabla 5-5. Aforo de tránsito llevado a cabo el viernes 11 de abril/2025. Sentido Norte-Sur para la Carrera 23c.

HORA		AUTOMOVILES	CAMIONETA	MOTOS	BICICLETAS	MICROBUSES	BUSES	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUB TOTAL	V. horario
6:00	6:15	2	5	2	2	0	0	0	0	11	
6:15	6:30	4	0	1	1	0	0	0	0	6	39
6:30	6:45	5	1	3	2	0	0	0	0	11	
6:45	7:00	4	3	3	1	0	0	0	0	11	
7:00	7:15	4	5	5	1	0	0	0	0	15	44
7:15	7:30	5	4	0	2	0	0	0	0	11	



HORA		AUTOMOVILES	CAMIONETA	MOTOS	BICICLETAS	MICROBUSES	BUSES	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUB TOTAL	V. horario
7:30	7:45	0	4	1	1	0	0	0	0	6	
7:45	8:00	2	5	4	0	0	0	1	0	12	
8:00	8:15	2	0	3	2	0	0	1	0	8	32
8:15	8:30	4	5	0	1	0	0	0	0	10	
8:30	8:45	2	4	1	1	0	0	0	0	8	
8:45	9:00	3	0	1	1	0	0	1	0	6	
9:00	9:15	3	0	0	1	0	0	0	0	4	27
9:15	9:30	5	2	3	1	0	0	0	0	11	
9:30	9:45	0	1	3	1	0	0	1	0	6	
9:45	10:00	2	3	1	0	0	0	0	0	6	
10:00	10:15	0	1	5	1	0	0	1	0	8	31
10:15	10:30	2	1	3	2	0	0	0	0	8	
10:30	10:45	3	1	0	1	0	0	0	0	5	
10:45	11:00	2	5	0	3	0	0	0	0	10	
11:00	11:15	1	1	5	1	0	0	1	0	9	35
11:15	11:30	0	3	1	2	0	0	0	0	6	
11:30	11:45	2	3	3	1	0	0	1	0	10	
11:45	12:00	3	3	3	1	0	0	0	0	10	
12:00	12:15	2	5	4	1	0	0	0	0	12	35
12:15	12:30	0	1	0	1	0	0	0	0	2	
12:30	12:45	1	1	5	2	0	0	0	0	9	
12:45	13:00	5	0	2	5	0	0	0	0	12	
13:00	13:15	2	1	5	1	0	0	0	0	9	40
13:15	13:30	0	1	2	1	0	0	0	0	4	
13:30	13:45	4	3	4	2	0	0	0	0	13	
13:45	14:00	5	5	2	1	0	0	1	0	14	
14:00	14:15	4	1	5	2	0	0	0	0	12	42
14:15	14:30	1	5	1	1	0	0	0	0	8	
14:30	14:45	5	1	4	1	0	0	1	0	12	
14:45	15:00	3	4	0	3	0	0	0	0	10	
15:00	15:15	1	1	3	3	0	0	1	0	9	32
15:15	15:30	0	5	2	1	0	0	0	0	8	
15:30	15:45	0	0	3	1	0	0	0	0	4	
15:45	16:00	0	2	4	5	0	0	0	0	11	
16:00	16:15	4	0	0	0	0	0	0	0	4	35
16:15	16:30	3	2	2	2	0	0	0	0	9	

HORA		AUTOMOVILES	CAMIONETA	MOTOS	BICICLETAS	MICROBUSES	BUSES	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUB TOTAL.	V. horario
16:30	16:45	1	3	5	1	0	0	0	0	10	
16:45	17:00	3	2	5	1	0	0	1	0	12	
17:00	17:15	4	0	4	0	0	0	0	0	8	39
17:15	17:30	1	4	0	3	0	0	0	0	8	
17:30	17:45	1	2	4	2	0	0	0	0	9	
17:45	18:00	5	4	4	1	0	0	0	0	14	
18:00	18:15	0	4	3	2	0	0	0	0	9	25
18:15	18:30	3	0	2	0	0	0	0	0	5	
18:30	18:45	0	2	0	0	0	0	0	0	2	
18:45	19:00	1	5	3	0	0	0	0	0	9	
19:00	19:15	4	3	2	0	0	0	0	0	9	30
19:15	19:30	4	5	5	0	0	0	0	0	14	
19:30	19:45	1	4	0	0	0	0	0	0	5	
19:45	20:00	2	0	0	0	0	0	0	0	2	
20:00	20:15	2	1	0	0	0	0	0	0	3	12
20:15	20:30	3	2	0	0	0	0	0	0	5	
20:30	20:45	0	3	0	0	0	0	0	0	3	
20:45	21:00	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
21:00	21:15	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
21:15	21:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21:30	21:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21:45	22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22:00	22:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:15	22:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22:30	22:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22:45	23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23:00	23:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:15	23:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23:30	23:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23:45	0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0:00	0:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0:15	0:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0:30	0:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0:45	1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1:00	1:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:15	1:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

HORA		AUTOMOVILES	CAMIONETA	MOTOS	BICICLETAS	MICROBUSES	BUSES	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUB TOTAL	V. horario
1:30	1:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1:45	2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2:00	2:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:15	2:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2:30	2:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2:45	3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3:00	3:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:15	3:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3:30	3:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3:45	4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4:00	4:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
4:15	4:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4:30	4:45	0	3	0	0	0	0	0	0	3	
4:45	5:00	3	0	0	0	0	0	1	0	4	
5:00	5:15	1	2	5	0	0	0	0	0	8	36
5:15	5:30	0	2	1	3	0	0	1	0	7	
5:30	5:45	4	1	5	2	0	0	0	0	12	
5:45	6:00	4	2	3	0	0	0	0	0	9	
TOTALES		66	149	152	150	78	0	0	13	0	542

Fuente: DYCO S.A.S.2025.

Tabla 5-6. Aforo de tránsito llevado a cabo el sábado 12 de abril/2025. Sentido Norte-Sur para la Carrera 23c.

HORA		AUTOMOVILES	CAMIONETA	MOTOS	BICICLETAS	MICROBUSES	BUSES	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUB TOTAL	V. horario
6:00	6:15	1	3	0	1	0	0	0	0	5	
6:15	6:30	2	4	2	2	0	0	0	0	10	38
6:30	6:45	3	2	5	2	0	0	1	0	13	
6:45	7:00	1	2	5	2	0	0	0	0	10	
7:00	7:15	3	5	5	2	0	0	0	0	15	
7:15	7:30	1	5	2	2	0	0	0	0	10	38
7:30	7:45	2	3	0	1	0	0	0	0	6	
7:45	8:00	1	1	2	2	0	0	1	0	7	
8:00	8:15	0	2	5	0	0	0	0	0	7	
8:15	8:30	2	5	3	0	0	0	0	0	10	34
8:30	8:45	1	5	4	0	0	0	1	0	11	
8:45	9:00	1	0	5	0	0	0	0	0	6	
9:00	9:15	0	2	5	1	0	0	0	0	8	36



HORA		AUTOMOVILES	CAMIONETA	MOTOS	BICICLETAS	MICROBUSES	BUSES	CAMIÓN 2E	CAMIÓN SE	SUB TOTAL	V. horaria
9:15	9:30	0	5	4	2	0	0	0	0	11	
9:30	9:45	2	3	2	2	0	0	0	0	9	
9:45	10:00	1	0	5	2	0	0	0	0	8	
10:00	10:15	0	3	3	0	0	0	0	0	6	29
10:15	10:30	1	4	4	1	0	0	0	0	10	
10:30	10:45	1	1	4	0	0	0	1	0	7	
10:45	11:00	1	5	0	0	0	0	0	0	6	
11:00	11:15	2	4	3	2	0	0	0	0	11	40
11:15	11:30	2	2	3	1	0	0	0	0	8	
11:30	11:45	2	4	4	2	0	0	0	0	12	
11:45	12:00	2	4	1	1	0	0	1	0	9	
12:00	12:15	0	0	3	0	0	0	0	0	3	19
12:15	12:30	0	1	5	0	0	0	0	0	6	
12:30	12:45	1	0	0	1	0	0	0	0	2	
12:45	13:00	2	0	3	2	0	0	1	0	8	
13:00	13:15	2	1	5	1	0	0	1	0	10	34
13:15	13:30	3	1	3	2	0	0	0	0	9	
13:30	13:45	1	1	5	0	0	0	1	0	8	
13:45	14:00	1	4	1	1	0	0	0	0	7	
14:00	14:15	1	1	1	1	0	0	1	0	5	32
14:15	14:30	0	3	3	1	0	0	0	0	7	
14:30	14:45	1	0	5	2	0	0	0	0	8	
14:45	15:00	3	4	3	2	0	0	0	0	12	
15:00	15:15	1	2	2	1	0	0	0	0	6	27
15:15	15:30	0	2	2	2	0	0	0	0	6	
15:30	15:45	0	3	3	2	0	0	0	0	8	
15:45	16:00	2	4	0	0	0	0	1	0	7	
16:00	16:15	1	1	3	0	0	0	0	0	5	24
16:15	16:30	1	2	1	1	0	0	0	0	5	
16:30	16:45	0	4	0	1	0	0	0	0	5	
16:45	17:00	1	4	3	1	0	0	0	0	9	
17:00	17:15	2	2	1	0	0	0	0	0	5	27
17:15	17:30	2	0	5	2	0	0	0	0	9	
17:30	17:45	2	3	4	2	0	0	0	0	11	
17:45	18:00	2	0	0	0	0	0	0	0	2	
18:00	18:15	1	3	5	1	0	0	0	0	10	26

HORA		AUTOMOVILES	CAMIONETA	MOTOS	BICICLETAS	MICROBUSES	BUSES	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUB TOTAL	V. horario
18:15	18:30	3	0	4	0	0	0	0	0	7	
18:30	18:45	2	1	4	0	0	0	0	0	7	
18:45	19:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2	
19:00	19:15	3	5	5	0	0	0	0	0	13	21
19:15	19:30	1	0	2	0	0	0	0	0	3	
19:30	19:45	1	3	0	0	0	0	0	0	4	
19:45	20:00	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
20:00	20:15	1	5	0	0	0	0	0	0	6	11
20:15	20:30	3	1	0	0	0	0	0	0	4	
20:30	20:45	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
20:45	21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21:00	21:15	1	0	0	0	0	0	0	0	1	5
21:15	21:30	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
21:30	21:45	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
21:45	22:00	2	0	0	0	0	0	0	0	2	
22:00	22:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:15	22:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22:30	22:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22:45	23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23:00	23:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:15	23:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23:30	23:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23:45	0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0:00	0:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0:15	0:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0:30	0:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0:45	1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1:00	1:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:15	1:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1:30	1:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1:45	2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2:00	2:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:15	2:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2:30	2:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2:45	3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3:00	3:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

HORA		AUTOMOVILES	CAMIONETA	MOTOS	BICICLETAS	MICROBUSES	BUSES	CAMIÓN 3E	CAMIÓN 4E	SUB TOTAL	V. horario
3:15	3:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3:30	3:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3:45	4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4:00	4:15	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
4:15	4:30	0	0	0	0	0	0	1	0	1	7
4:30	4:45	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
4:45	5:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4	
5:00	5:15	0	2	2	0	0	0	1	0	5	
5:15	5:30	4	0	0	1	0	0	0	0	5	31
5:30	5:45	5	3	4	1	0	0	0	0	13	
5:45	6:00	2	4	2	0	0	0	0	0	8	
TOTALES		66	98	146	165	56	0	0	14	0	479

Fuente: DYCO S.A.S.2025.

Tabla 5-7. Aforo de tránsito llevado a cabo el domingo 13 de abril/2025. Sentido Norte-Sur para la Carrera 23c.

HORA		AUTOMOVILES	CAMIONETA	MOTOS	BICICLETAS	MICROBUSES	BUSES	CAMIÓN 3E	CAMIÓN 4E	SUB TOTAL	V. horario
6:00	6:15	3	5	1	1	0	0	0	0	10	
6:15	6:30	5	2	1	2	0	0	0	0	10	42
6:30	6:45	2	3	2	1	0	0	1	0	9	
6:45	7:00	2	4	5	2	0	0	0	0	13	
7:00	7:15	2	0	3	1	0	0	1	0	7	
7:15	7:30	3	3	1	2	0	0	0	0	9	36
7:30	7:45	4	4	2	1	0	0	1	0	12	
7:45	8:00	0	4	4	0	0	0	0	0	8	
8:00	8:15	2	5	5	2	0	0	0	0	14	
8:15	8:30	0	5	3	1	0	0	0	0	9	38
8:30	8:45	3	5	1	0	0	0	1	0	10	
8:45	9:00	2	1	1	1	0	0	0	0	5	
9:00	9:15	2	4	3	2	0	0	0	0	11	
9:15	9:30	3	5	4	1	0	0	0	0	13	36
9:30	9:45	0	2	1	1	0	0	0	0	4	
9:45	10:00	1	5	0	1	0	0	1	0	8	
10:00	10:15	0	3	2	1	0	0	0	0	6	
10:15	10:30	0	1	2	0	0	0	1	0	4	
10:30	10:45	2	1	0	0	0	0	0	0	3	19
10:45	11:00	5	0	1	0	0	0	0	0	6	



HORA		AUTOMOVILES	CAMIONETA	MOTOS	BICICLETAS	MICROBUSES	BUSES	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUB TOTAL	V. horario
11:00	11:15	0	0	5	2	0	0	0	0	7	
11:15	11:30	2	1	2	1	0	0	0	0	6	33
11:30	11:45	4	1	4	2	0	0	0	0	11	
11:45	12:00	3	2	3	0	0	0	1	0	9	
12:00	12:15	4	2	4	0	0	0	0	0	10	
12:15	12:30	2	1	1	2	0	0	0	0	6	43
12:30	12:45	4	4	4	2	0	0	0	0	14	
12:45	13:00	4	2	5	2	0	0	0	0	13	
13:00	13:15	4	1	0	1	0	0	0	0	6	
13:15	13:30	2	4	4	2	0	0	0	0	12	35
13:30	13:45	3	1	4	2	0	0	0	0	10	
13:45	14:00	4	1	1	1	0	0	0	0	7	
14:00	14:15	3	3	1	0	0	0	0	0	7	
14:15	14:30	4	1	4	2	0	0	0	0	11	34
14:30	14:45	5	1	2	0	0	0	0	0	8	
14:45	15:00	0	1	5	2	0	0	0	0	8	
15:00	15:15	1	1	5	0	0	0	1	0	8	
15:15	15:30	2	2	2	1	0	0	0	0	7	29
15:30	15:45	0	2	2	2	0	0	0	0	6	
15:45	16:00	0	3	5	0	0	0	0	0	8	
16:00	16:15	5	5	1	2	0	0	0	0	13	
16:15	16:30	5	0	5	1	0	0	1	0	12	44
16:30	16:45	0	4	5	2	0	0	0	0	11	
16:45	17:00	0	5	2	1	0	0	0	0	8	
17:00	17:15	1	3	5	2	0	0	0	0	11	
17:15	17:30	3	0	4	2	0	0	0	0	9	39
17:30	17:45	1	3	4	0	0	0	0	0	8	
17:45	18:00	3	2	5	1	0	0	0	0	11	
18:00	18:15	3	2	5	2	0	0	0	0	12	
18:15	18:30	3	2	1	2	0	0	0	0	8	35
18:30	18:45	2	2	3	0	0	0	0	0	7	
18:45	19:00	2	2	3	1	0	0	0	0	8	
19:00	19:15	0	1	5	0	0	0	0	0	6	
19:15	19:30	3	2	3	0	0	0	0	0	8	21
19:30	19:45	1	1	1	0	0	0	0	0	3	
19:45	20:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4	

HORA		AUTOMOVILES	CAMIONETA	MOTOS	BICICLETAS	MICROBUSES	BUSES	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUB TOTAL	V. horario
20:00	20:15	1	1	0	0	0	0	0	0	2	6
20:15	20:30	1	1	0	0	0	0	0	0	2	
20:30	20:45	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
20:45	21:00	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
21:00	21:15	2	0	0	0	0	0	0	0	2	5
21:15	21:30	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
21:30	21:45	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
21:45	22:00	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
22:00	22:15	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
22:15	22:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22:30	22:45	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
22:45	23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23:00	23:15	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
23:15	23:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23:30	23:45	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
23:45	0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0:00	0:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0:15	0:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0:30	0:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0:45	1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1:00	1:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:15	1:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1:30	1:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1:45	2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2:00	2:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:15	2:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2:30	2:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2:45	3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3:00	3:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:15	3:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3:30	3:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3:45	4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4:00	4:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
4:15	4:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4:30	4:45	0	4	0	0	0	0	0	0	4	
4:45	5:00	1	5	0	0	0	0	0	0	6	

HORA		AUTOMOVILES	CAMIONETA	MOTOS	BICICLETAS	MICROBUSES	BUSES	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUB TOTAL	V. horario
5:00	5:15	1	1	0	1	0	0	0	0	3	24
5:15	5:30	2	4	2	2	0	0	0	0	10	
5:30	5:45	1	0	0	2	0	0	1	0	4	
5:45	6:00	1	0	5	1	0	0	0	0	7	
TOTALES		66	146	147	164	66	0	0	10	0	533

Fuente: DYCO S.A.S,2025.

Con base en las observaciones durante los aforos vehiculares, se infiere que el vehículo de diseño corresponde a un camión C-3 (L=11 m).

La localización de los sitios donde se desarrollaron los aforos vehiculares se muestra en la Figura 5-1, las coordenadas de dicho sitio en el sistema WGS84 se presentan en la Tabla 5-8 y, parte de la ejecución del proceso de aforo se muestra en la Figura 5-2.



Figura 5-1. Localización sitios de ejecución aforos vehiculares.
Fuente: DYCO S.A.S., 2025.

Tabla 5-8. Coordenadas sitio de aforo vehicular, sistema WGS84.

Tramo	Latitud	Longitud
Carrea 23c	6°13'21.35"N	75°14'44.19"O
Vía Horizontes	6°13'25.69"N	75°14'43.22"O

Fuente: DYCO S.A.S,2025.



Figura 5-2. Ejecución aforos vehiculares.
Fuente: DYCO S.A.S., 2025.

6. ANÁLISIS, METODOLOGÍA DE CÁLCULO Y PROYECCIONES DE TRÁNSITO

Dentro de este capítulo se estimaron los parámetros esenciales para el diseño de pavimentos tales como el "número de ejes equivalentes", la distribución por tipo de vehículos pesados y de cargas por eje, así mismo, obtener el Tránsito Medio Diario Anual (TMDA) y la participación en porcentaje de parque automotor que transita por el corredor.

Para realizar el pronóstico del tránsito se debe partir de las características específicas de cada proyecto, especialmente en cuanto a su escala, bien sea que se trate de un proyecto local, zonal o regional. Dependiendo de la escala del proyecto es posible que se requiera la caracterización por tramos homogéneos para un mayor nivel de detalle del estudio.

Con base en la estimación del tránsito existente y la tasa de crecimiento para el periodo de análisis, se estimará adicionalmente el tránsito atraído y el tránsito generado. La necesidad de estimar estas componentes del tránsito futuro dependerá no sólo de la escala del proyecto sino del análisis que se haga con respecto a la posibilidad de atraer tráfico de otras infraestructuras viales existentes y de generar tráfico nuevo por cambio en los usos de suelo, o en las condiciones socioeconómicas de la región.

La selección y adopción de modelos de proyección se determinó luego de evaluar específicamente la situación particular planteada por el proyecto propuesto.

Normalmente, para el caso de una vía existente sometida a labores de mejoramiento, ampliación y rectificación, el análisis de tránsito se basará principalmente en los aforos de la misma vía y en su evolución histórica, mediante la utilización de modelos de crecimiento, modelos de regresión, modelos de series de tiempo estacionales no estacionarias, o cualquier otro modelo de mayor complejidad que permita hacer las proyecciones en forma confiable. En cualquier caso, será necesario verificar estadísticamente la confiabilidad de las

proyecciones, siendo recomendable seguir como mínimo los lineamientos establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVIAS.

Además de la cuantificación del volumen del tránsito, discriminado en sus clasificaciones y flujos más significativos e importantes; el análisis de tránsito presentará como resultados mínimos lo siguiente:

- Variación diaria del volumen de tránsito.
- Cálculo del tránsito promedio diario anual.
- Volumen tránsito normal, atraído y futuro.
- Categorización de los vehículos.
- Estaciones de estudio y/o aforos.
- Composición vehicular.
- Parámetros de diseño.
- Periodo de diseño.
- Proyección del volumen de tránsito futuro al año base o de puesta en servicio del pavimento.
- Proyección del volumen total de tránsito en el periodo de diseño y tabulado año tras año.
- Volumen de vehículos pesados esperados en el primer año de servicio.
- Estimativo de ejes equivalentes a ejes sencillos de 8,2 toneladas en el periodo de diseño, tabulado año tras año.
- Estimación de la tasa de crecimiento de parque automotor- Tránsito Medio Diario Anual.

Se investigará específicamente los máximos volúmenes observados, la distribución direccional, la composición del tránsito y las fluctuaciones del tránsito en el tiempo para la

vida útil del proyecto, haciendo proyecciones año por año para el periodo de análisis o de diseño.

Mediante metodología AASHTO 93, cada tipo de vehículo se llevó a términos de ejes equivalentes de 8,2 t, lo cual representa un eje individual de un vehículo pesado con capacidad igual o superior a 30 t, obteniéndose un tránsito promedio diario inferior a 1´500.000 (475.868 para la Carrera 23c y 1´105.792 para la vía de ingreso a Horizontes) para un periodo de diseño de 10 años y proyectando una tasa de crecimiento anual de la población del 3% y del PIB de la región del 1% (ambos datos tomados del INFORME DE GESTIÓN EN EL MARCO DEL PROCESO DE RENDICIÓN PÚBLICA DE CUENTAS PARA LA GARANTÍA DE LOS DERECHOS DE LA INFANCIA, LA ADOLESCENCIA Y LA JUVENTUD del Municipio del Peñol). Por lo tanto, se tiene un nivel de tránsito T0 para la Carrera 23c y T1 para la vía a Horizontes, ya que se encuentran en el rango inferior a 1´000.000 y entre 1´000.000 y 1´500.000 de ejes acumulados de 8,2 t respectivamente (ver Tabla 6-1). En el Anexo B se podrá verificar el proceso de cálculo.

Tabla 6-1. Categorías de tránsito.

Categoría	Tipo de Vía	TPDs	Ejes acumulados de 8,2 t
T_0	(VI) – (E)	0 a 200	< 1'000,000
T1	(VII – (M ó A) – (CC)	201 a 500	1'000,000 a 1'500,000
T2	(VII – (A) – (AP+MC+CC)	501 a 1,000	1'500,000 a 5'000,000
T3	(VII – (A) – (AP+MC+CC)	1,001 a 2,500	5'000,000 a 9'000,000
T4	(VII – (A) – (AP+MC+CC)	2,501 a 5,000	9'000,000 a 17'000,000
T5	(VII – (A) – (AP+MC+CC)	5,001 a 10,000	17'000,000 a 25'000,000
T6	(VII – (A) – (AP+MC+CC)	Más de 10,001	25'000,000 a 100'000,000

Fuente: Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito,2008.

7. CONCLUSIONES

- Mediante la metodología AASHTO93 se calculó la cantidad de ejes equivalentes a 8,2 t con base en el aforo vehicular en su escenario más crítico, proyectando el Tránsito Promedio Diario (TPD) para una vida útil de la vía de la Carrera 23c de 10 años, con un crecimiento anual de la población estimado en el 2% y un aumento anual del PIB del 1,1%, obteniéndose como resultado una cantidad de 475.868 de ejes equivalentes de 8,2 t, lo cual, según la clasificación INVIAS, se tiene un TPD inferior a 1´000.000 de ejes equivalentes, es decir, un tránsito tipo T0 para la vía analizada.

- Mediante la metodología AASHTO93 se calculó la cantidad de ejes equivalentes a 8,2 t con base en el aforo vehicular en su escenario más crítico, proyectando el Tránsito Promedio Diario (TPD) para una vida útil de la vía a Horizontes de 10 años, con un crecimiento anual de la población estimado en el 2% y un aumento anual del PIB del 1,1%, obteniéndose como resultado una cantidad de 1´105.792 de ejes equivalentes de 8,2 t, lo cual, según la clasificación INVIAS, se tiene un TPD entre 1´000.000 y 1´500.000 de ejes equivalentes, es decir, un tránsito tipo T1 para la vía analizada.

- Con base en los resultados del aforo vehicular, se puede concluir que el vehículo de diseño corresponde a un camión C-3.

- Para estas vías en particular, la accidentalidad, cuya predominancia está marcada por causas relacionadas con huecos en la vía, se proyecta una mejora notable en dicha condición, por lo tanto, se espera una disminución considerable en los siniestros debidos a esta causa.

8. BIBLIOGRAFÍA

AASTHO (2012). Design Specifications. Customary U.S.

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA FÍSICA, GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA (2023). Lineamientos técnicos para estudios y diseños fase I, fase II y fase III para mejoramiento y/o ampliación y/o rectificación de vías contratadas por el departamento de Antioquia.

INVIAS (2008). Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.

SECRETARÍA DE MOVILIDAD DE EL PEÑOL (2023). Informe de Resultados – Secretaría de Movilidad El Peñol, 2014 – 2022.

AMADO LIZARAZO, Juan y PINEDA RIVERA, Mauricio, Universidad de Antioquia (1987). Adiciones y Mejoras al Manual Sobre Dispositivos para la Regulación del Tránsito en Calles y Carreteras de Colombia. Tesis de Maestría en Ingeniería de Tránsito y Transporte, Universidad del Cauca. Popayán.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATOR AS THE NATIONAL STANDARD (2000). Manual on Uniform Traffic Control Devices, Millennium Edition-MUTCD.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS (1998). Manual Sobre Dispositivos para la regulación del Tránsito en Calles y Carreteras-Tercera Versión. Bogotá, D.C.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTE (1992). Manual Sobre Dispositivos para el control del Tránsito en Calles y Carreteras-Segunda Versión. Bogotá, D.C.

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO (2001). Manual de Señalización Turística "Señalizar es Culturizar"-Primera versión. Bogotá, D.C.

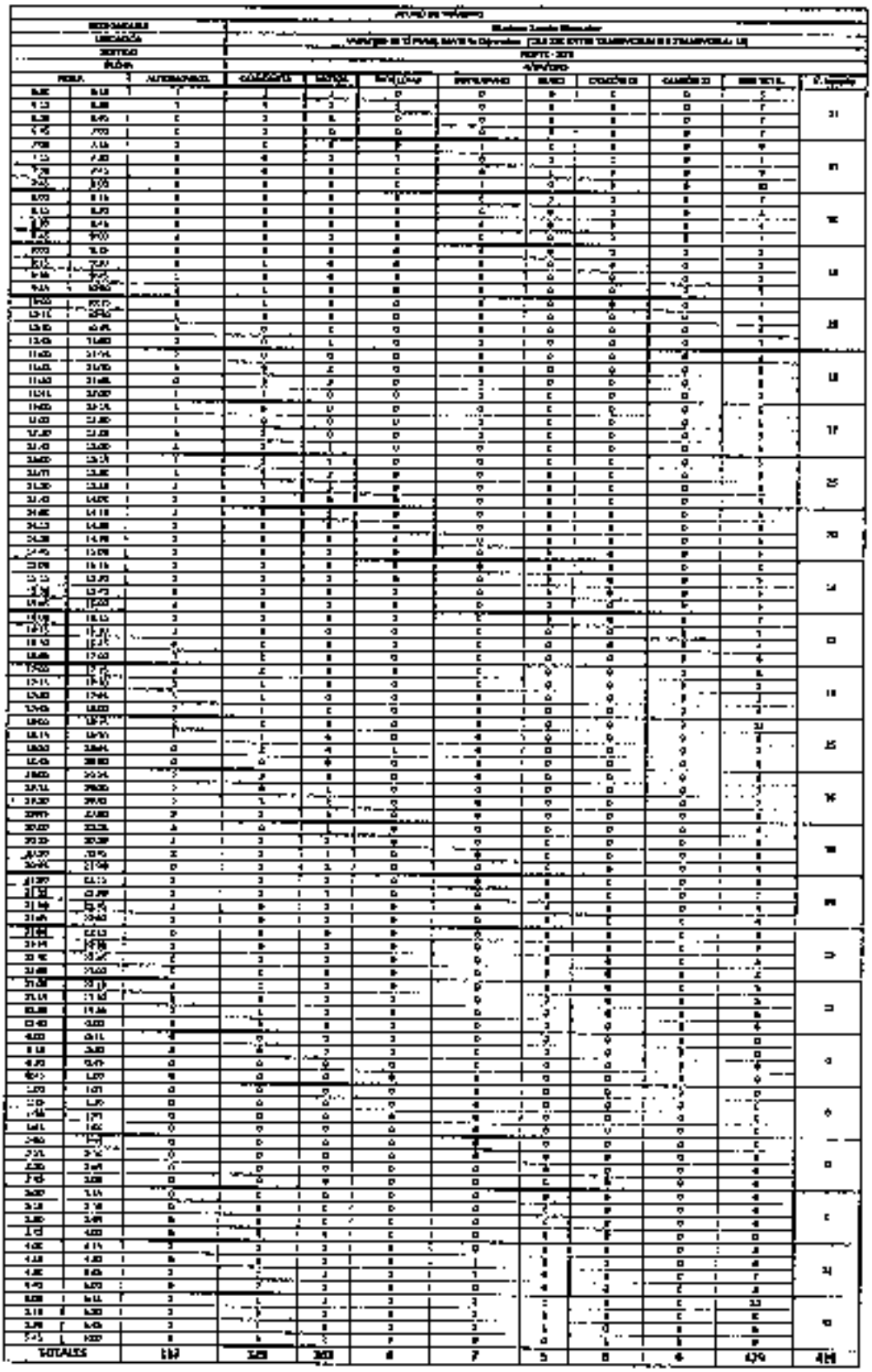
ORGANIZACIÓN DE ESTADOS AMERICANOS - CONGRESOS PANAMERICANOS DE CARRETERAS (1995). Manual Interamericano de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras. Universidad de Carabobo, Valencia-Venezuela.

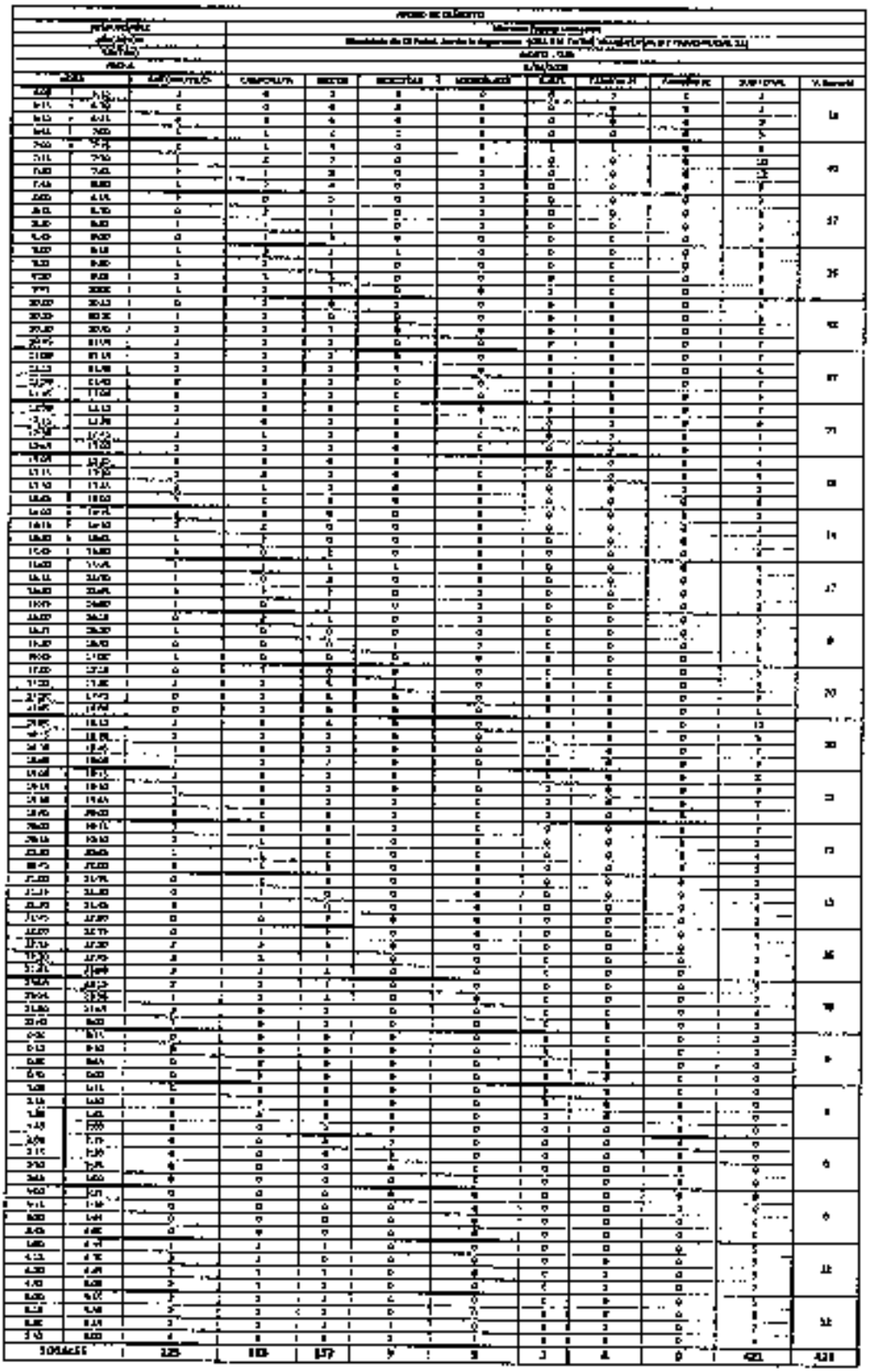
SECRETARÍA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BOGOTA (1999). Manual de Dispositivos para la Regulación del Tránsito en Ciclorutas. Instituto de Desarrollo Urbano-IDU. Bogotá, D.C.

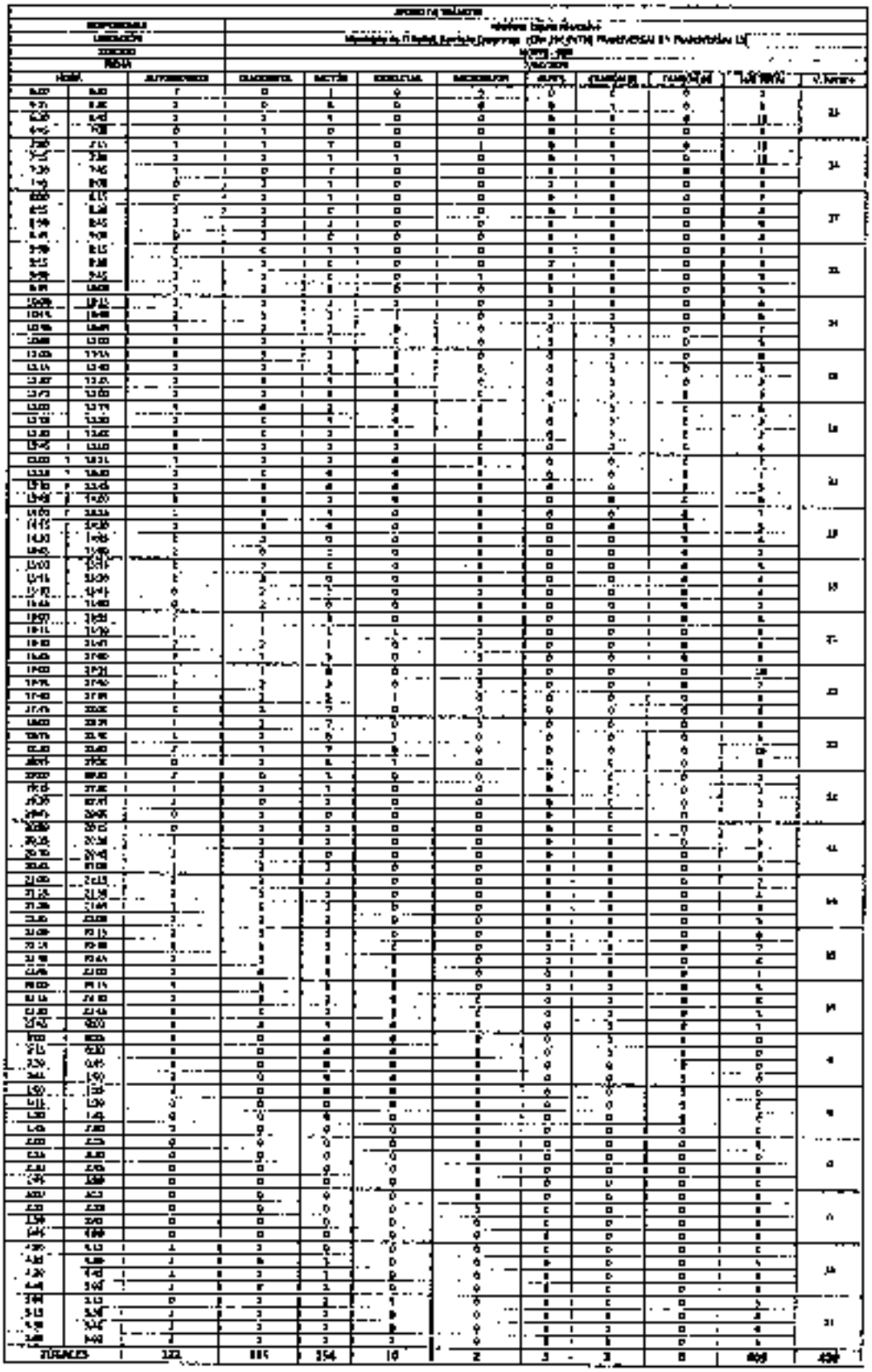
SECRETARÍA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BOGOTA (2000). Manual para el manejo del tránsito por obras civiles en zonas urbanas. La Vial Limitada Ingenieros Consultores. Bogotá, D.C.

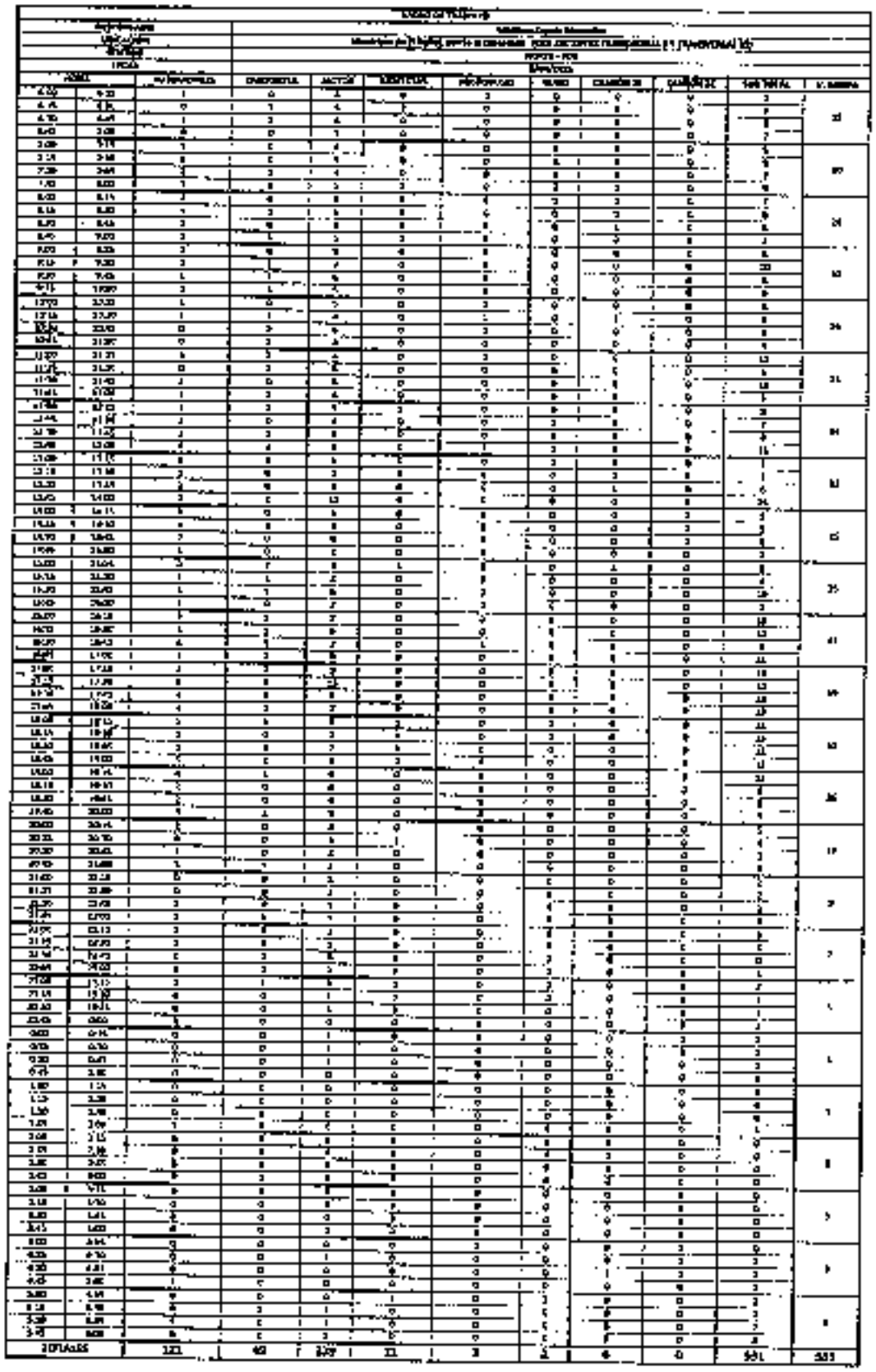


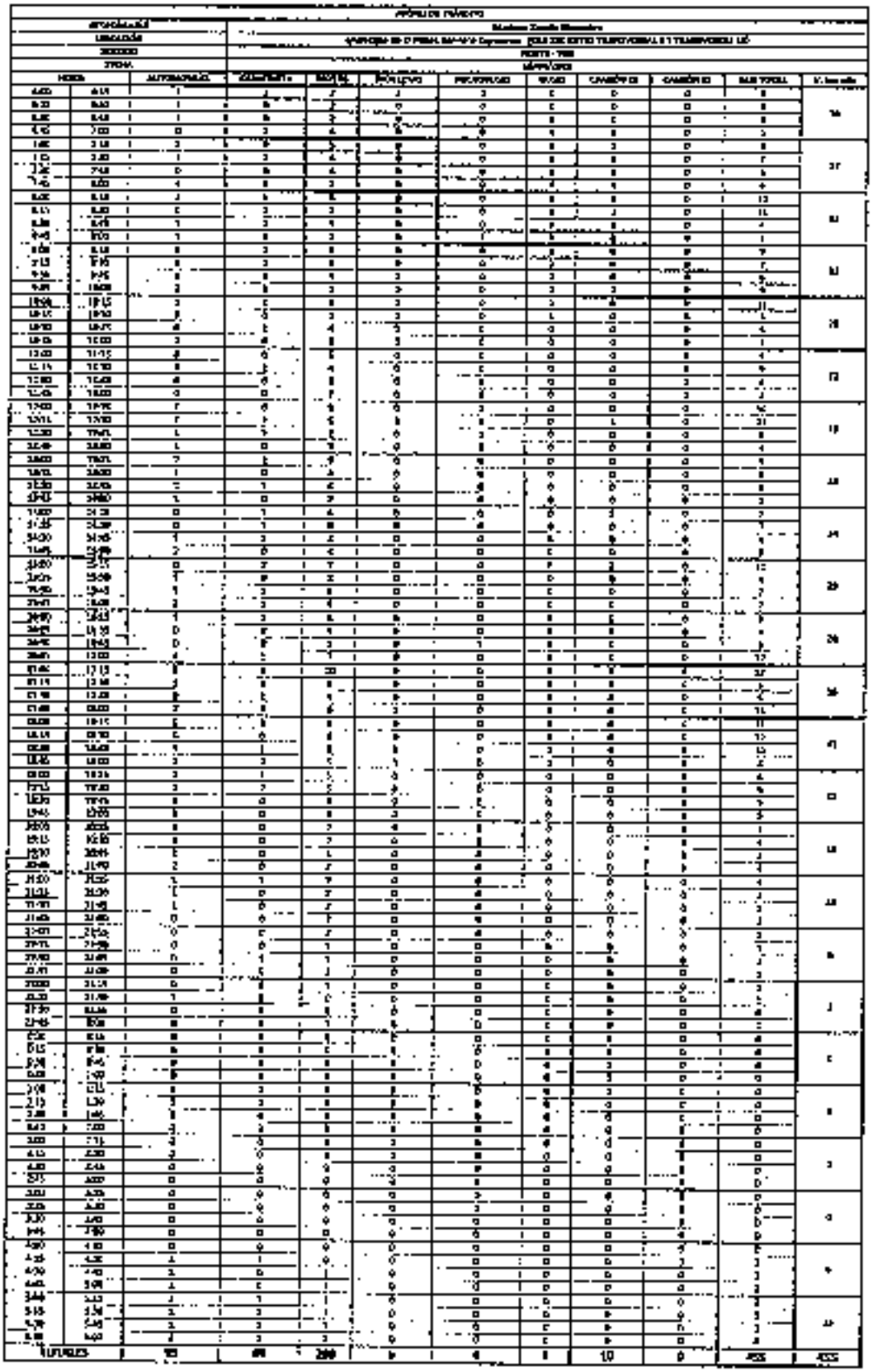
Carlos Mario Henao Yepes
Ingeniero civil, Especialista en ingeniería – geotecnia
MP: 05202-375570 ANT

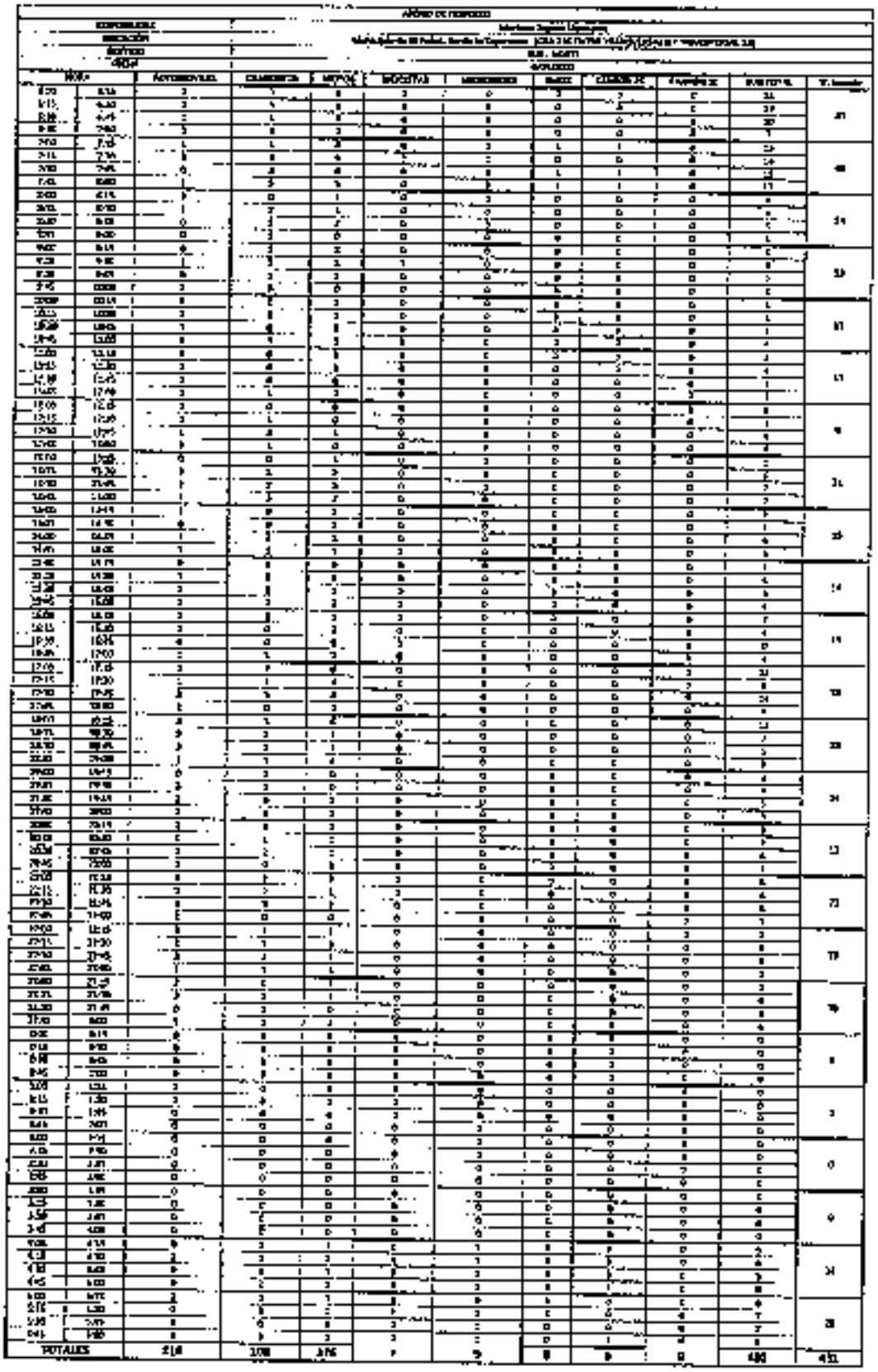


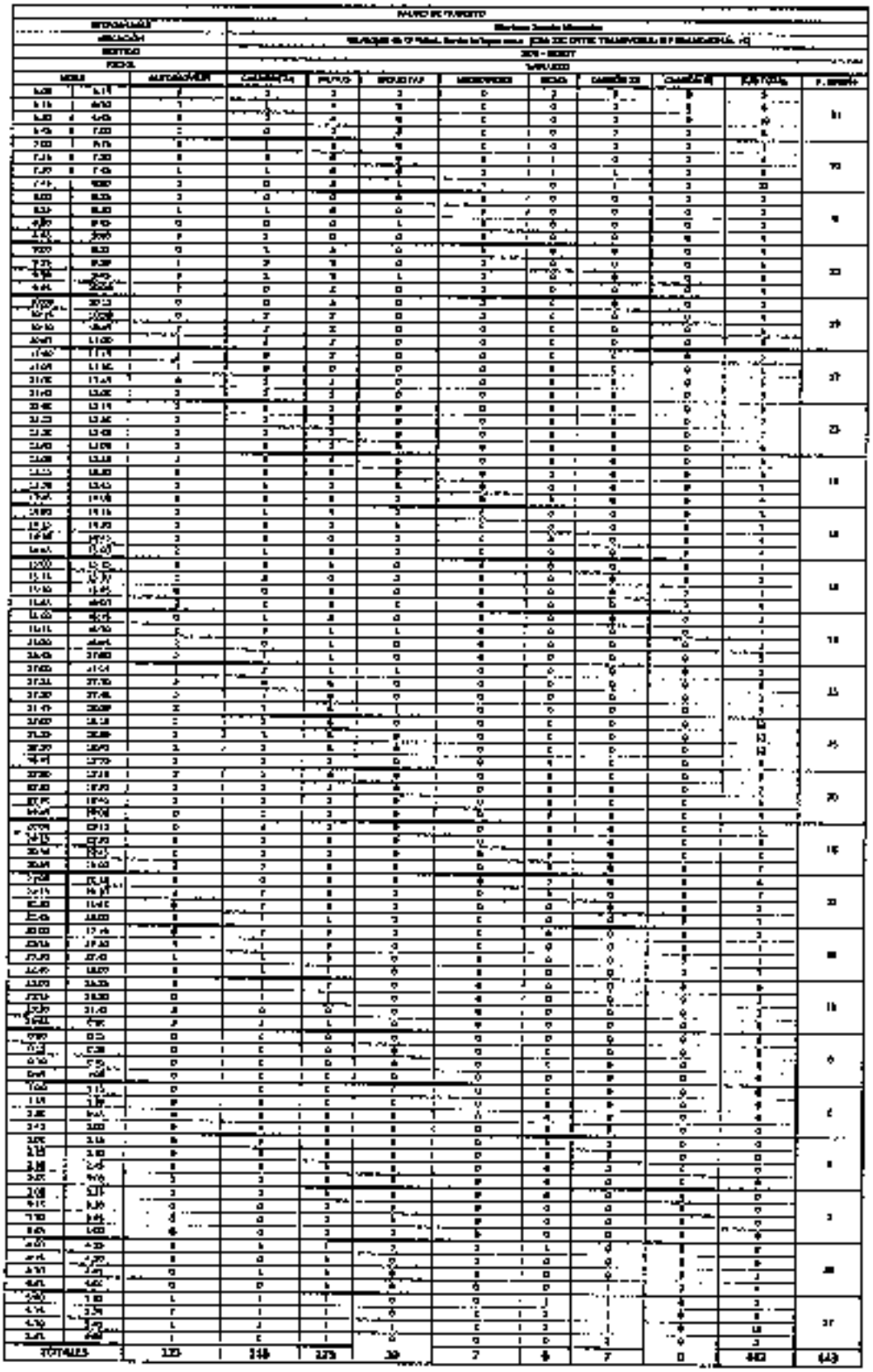


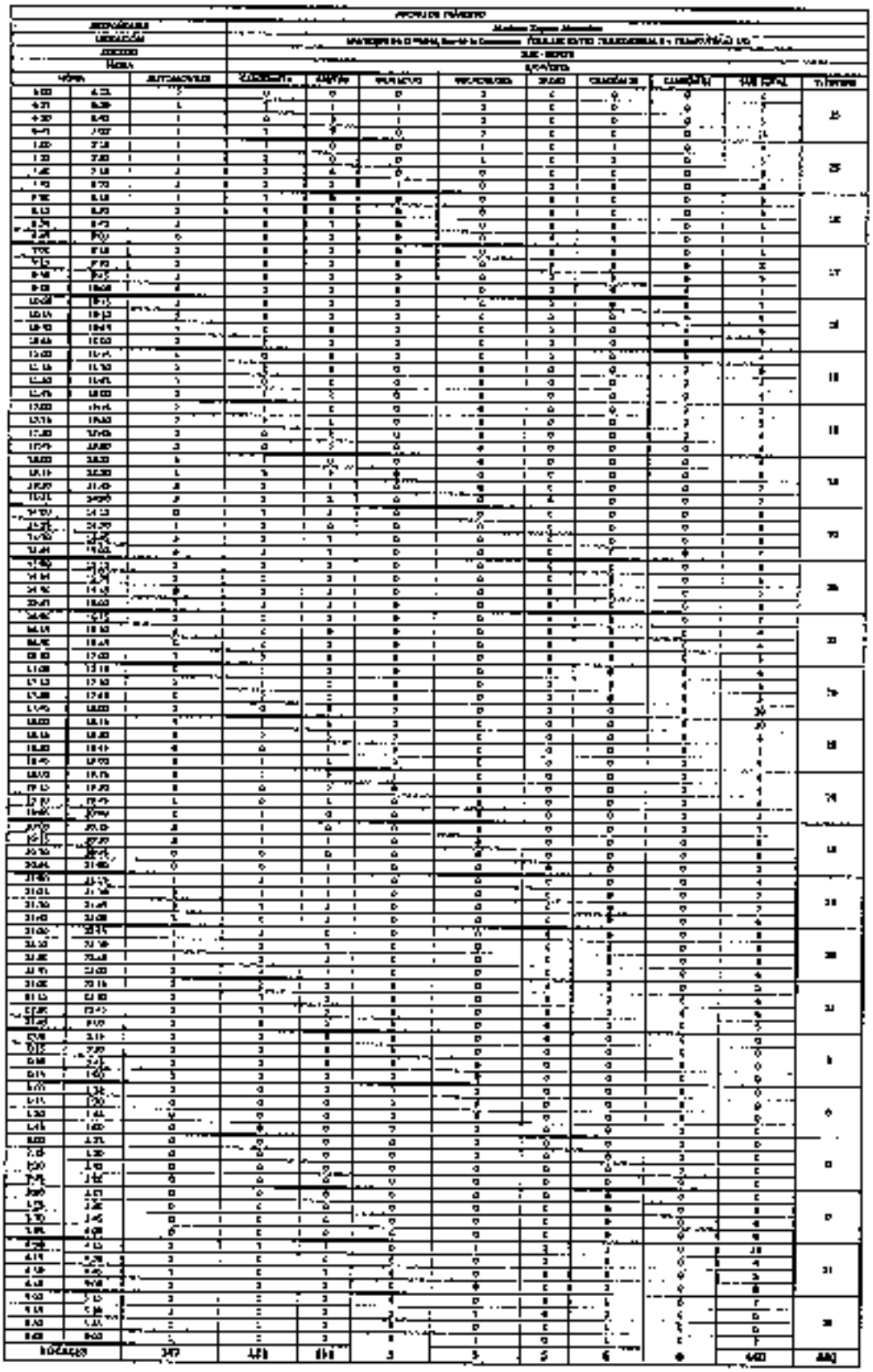


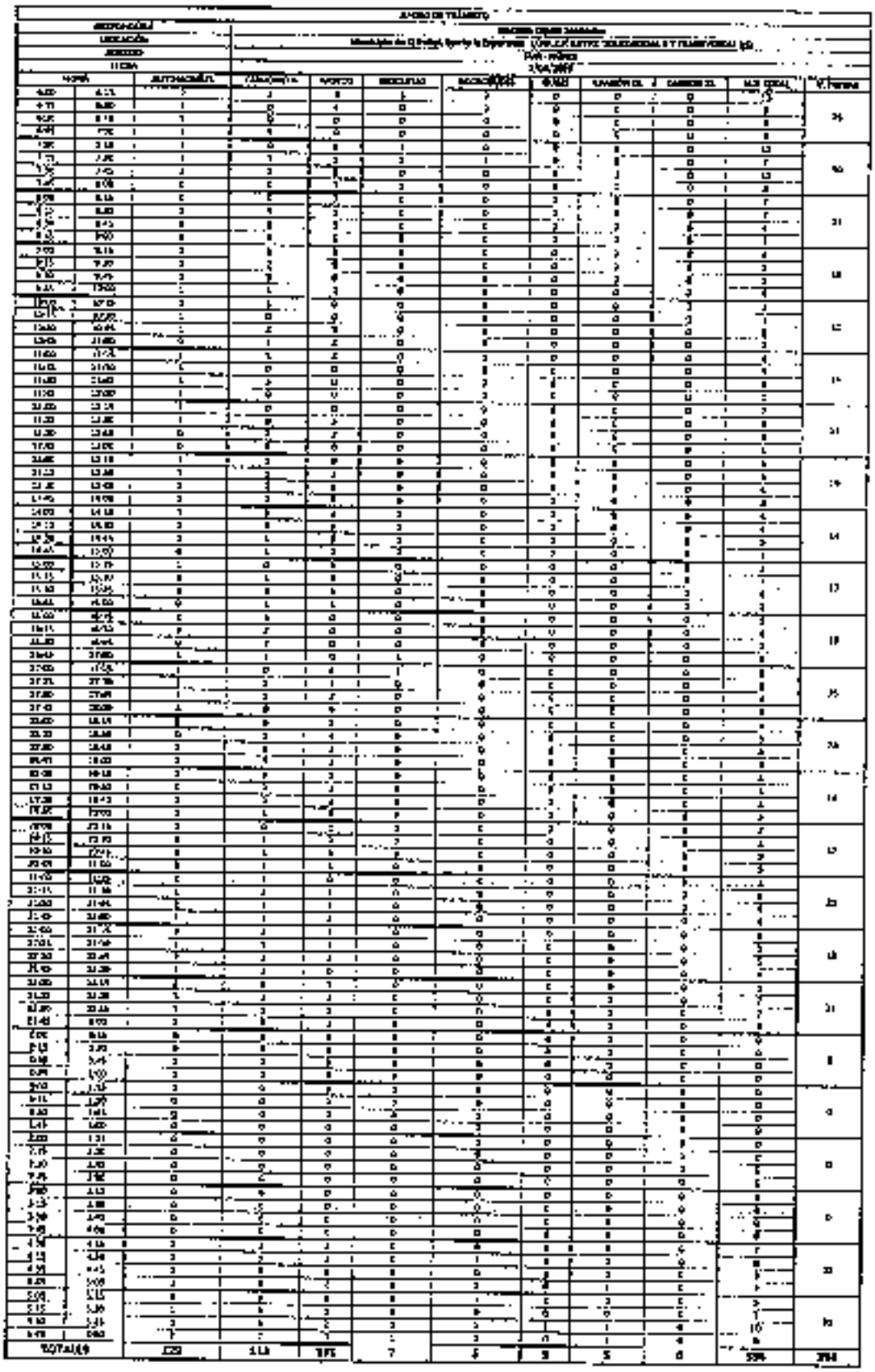


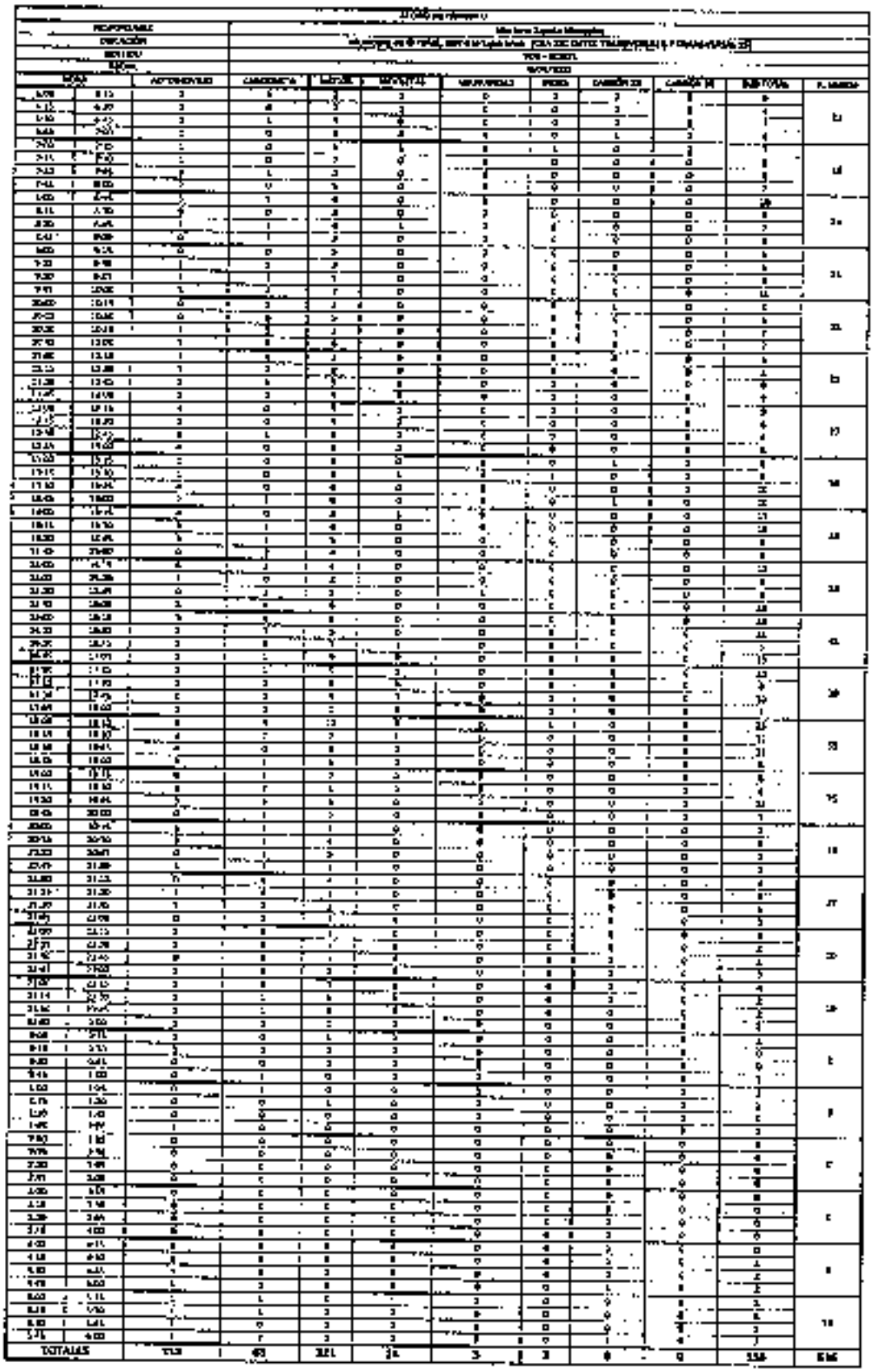


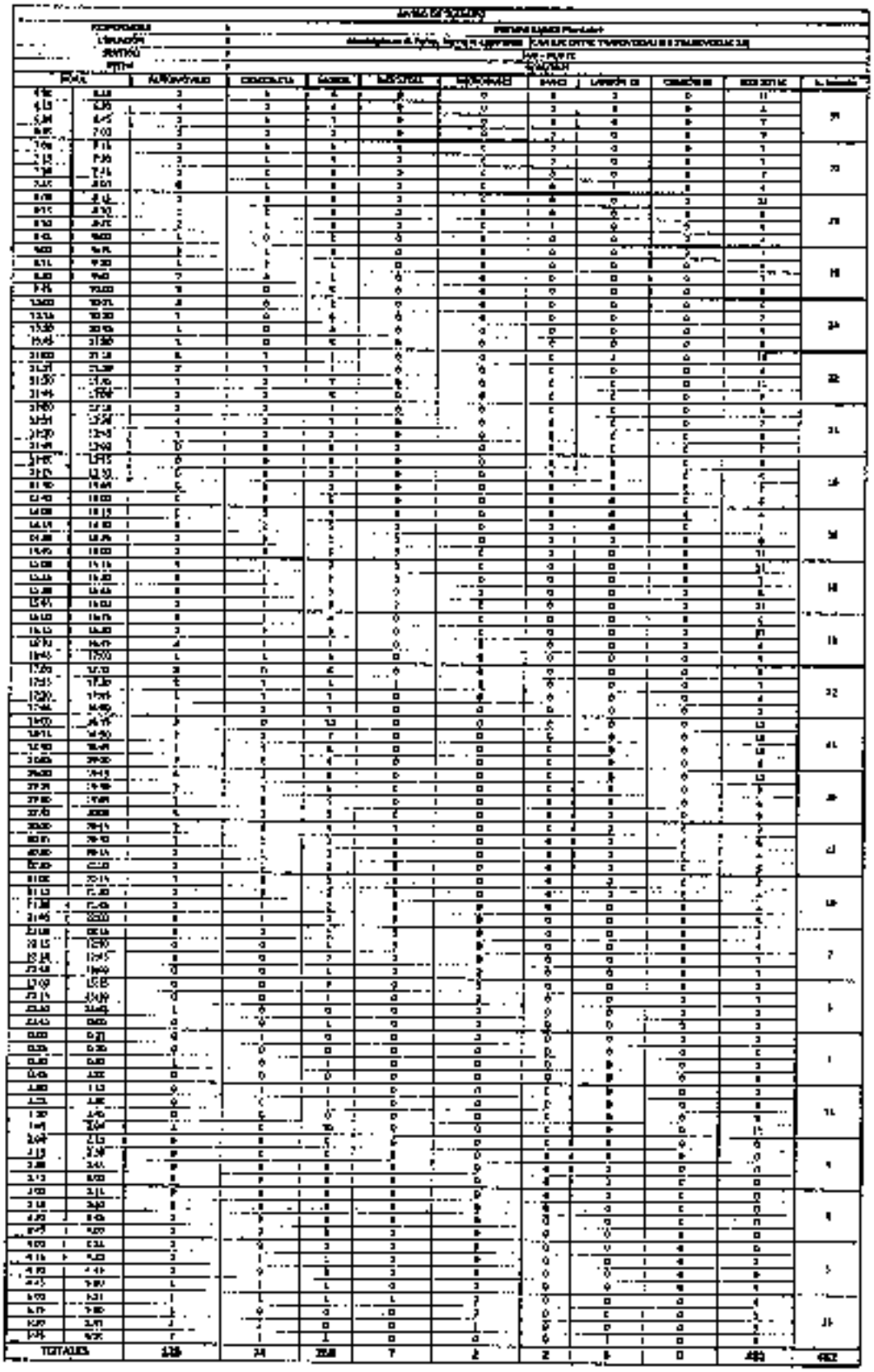


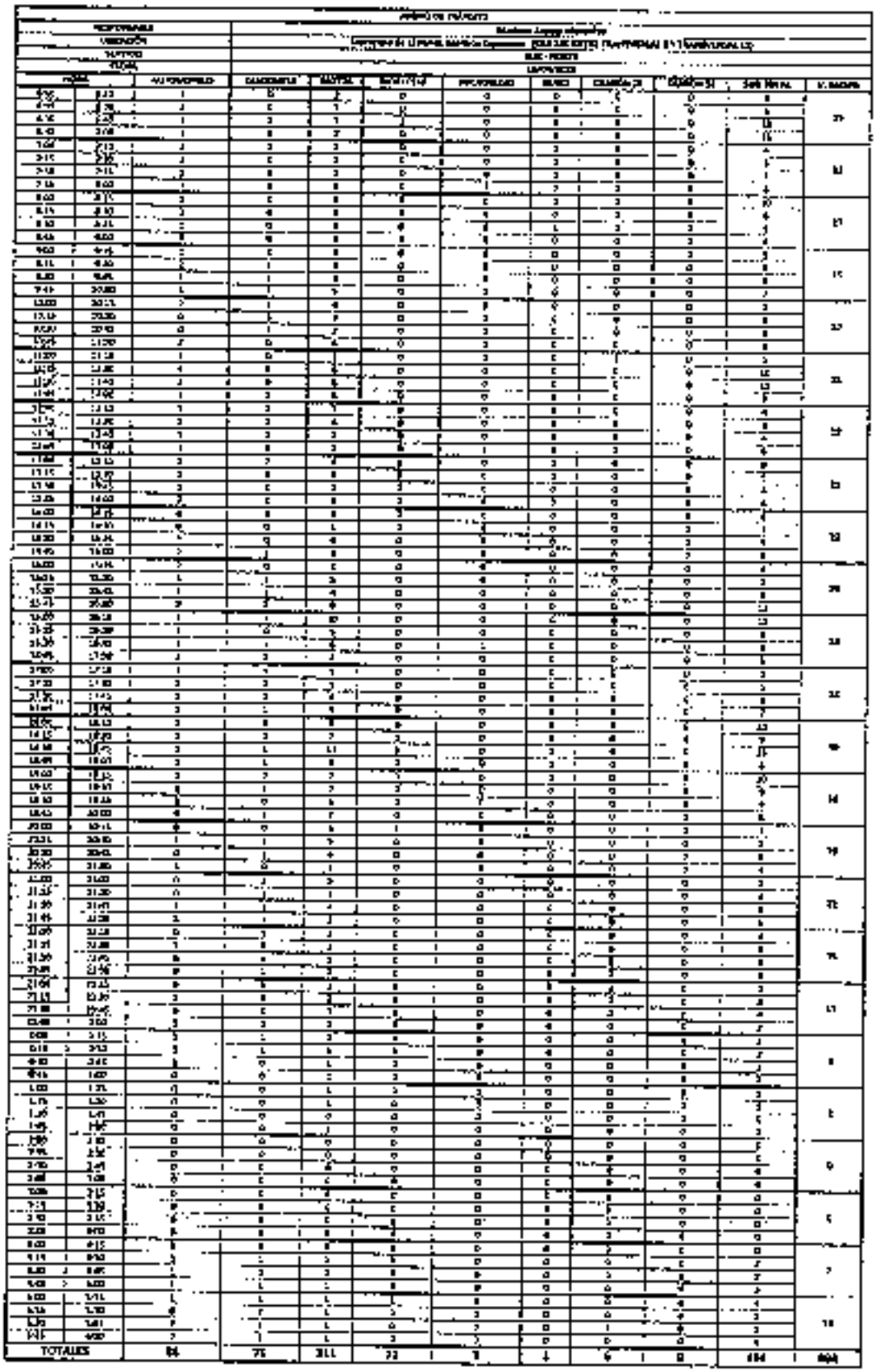


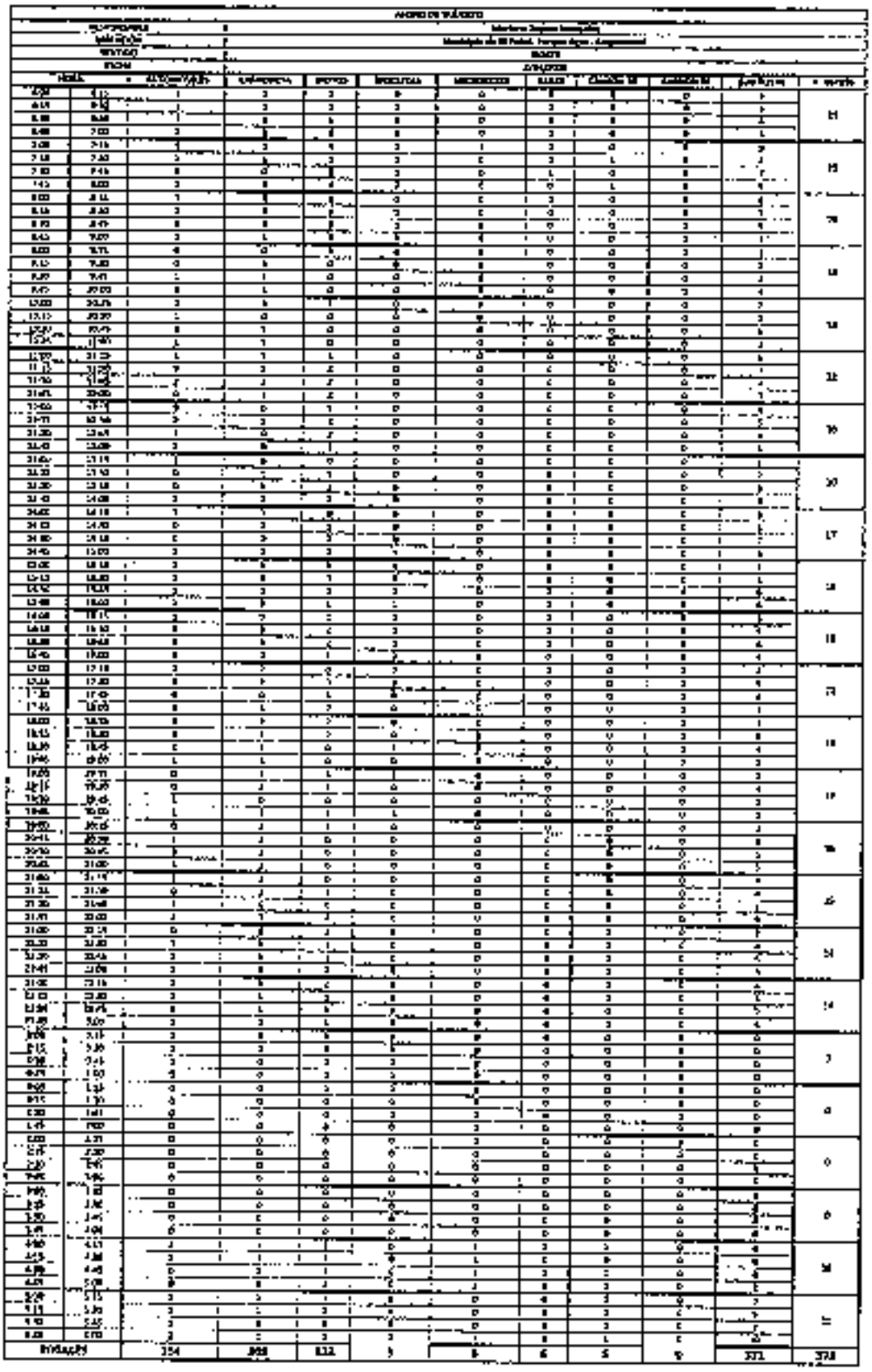


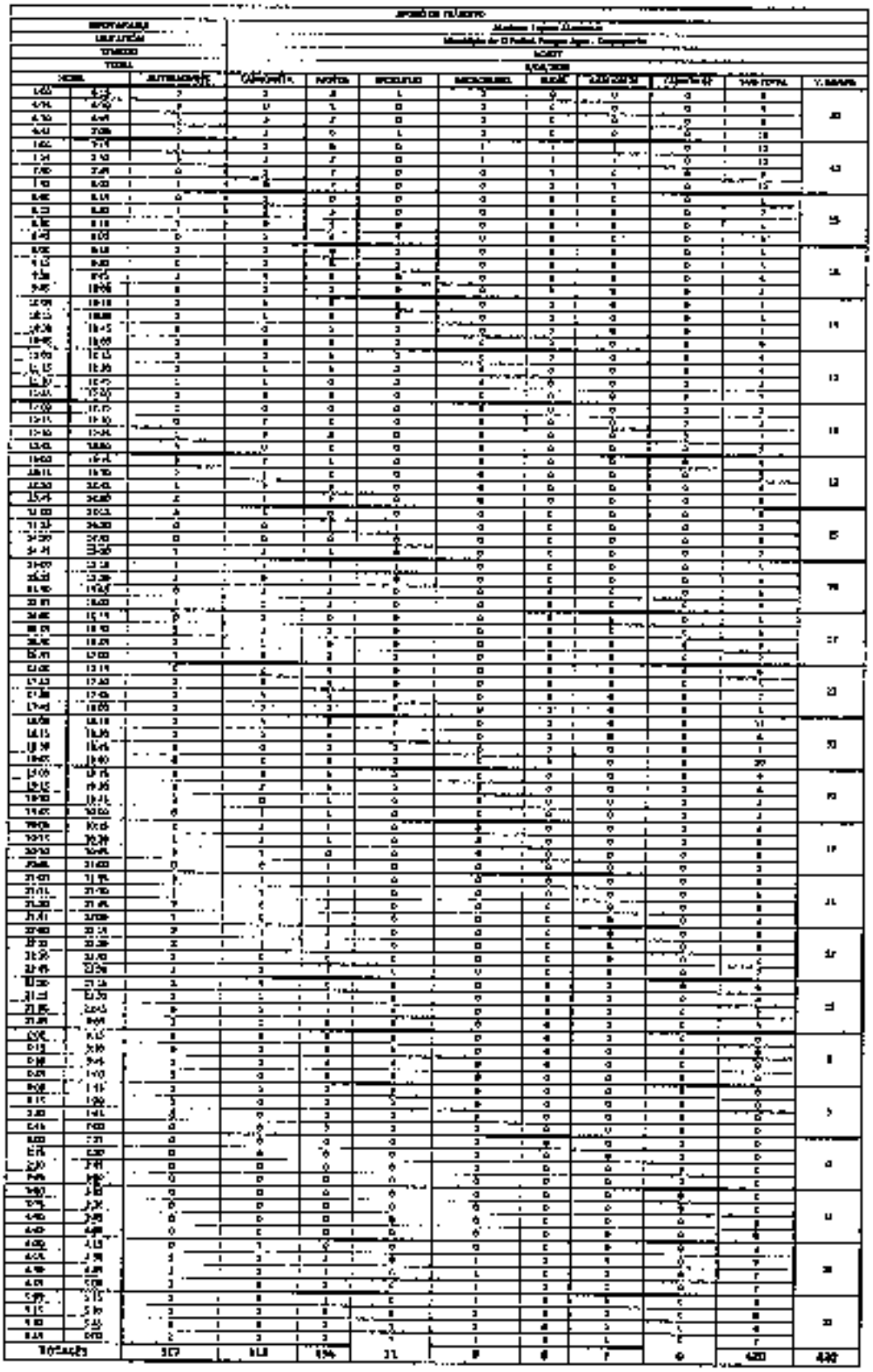


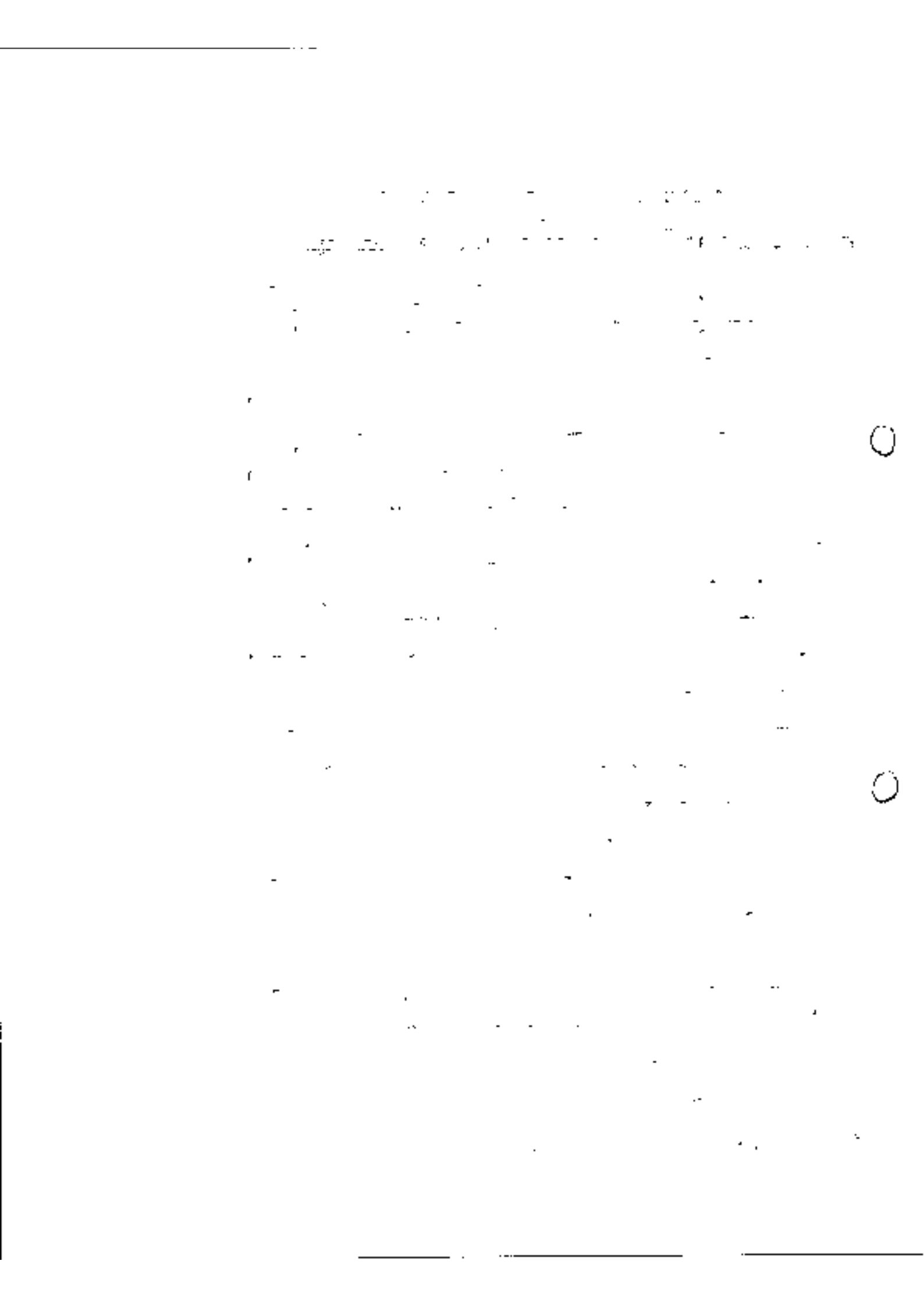


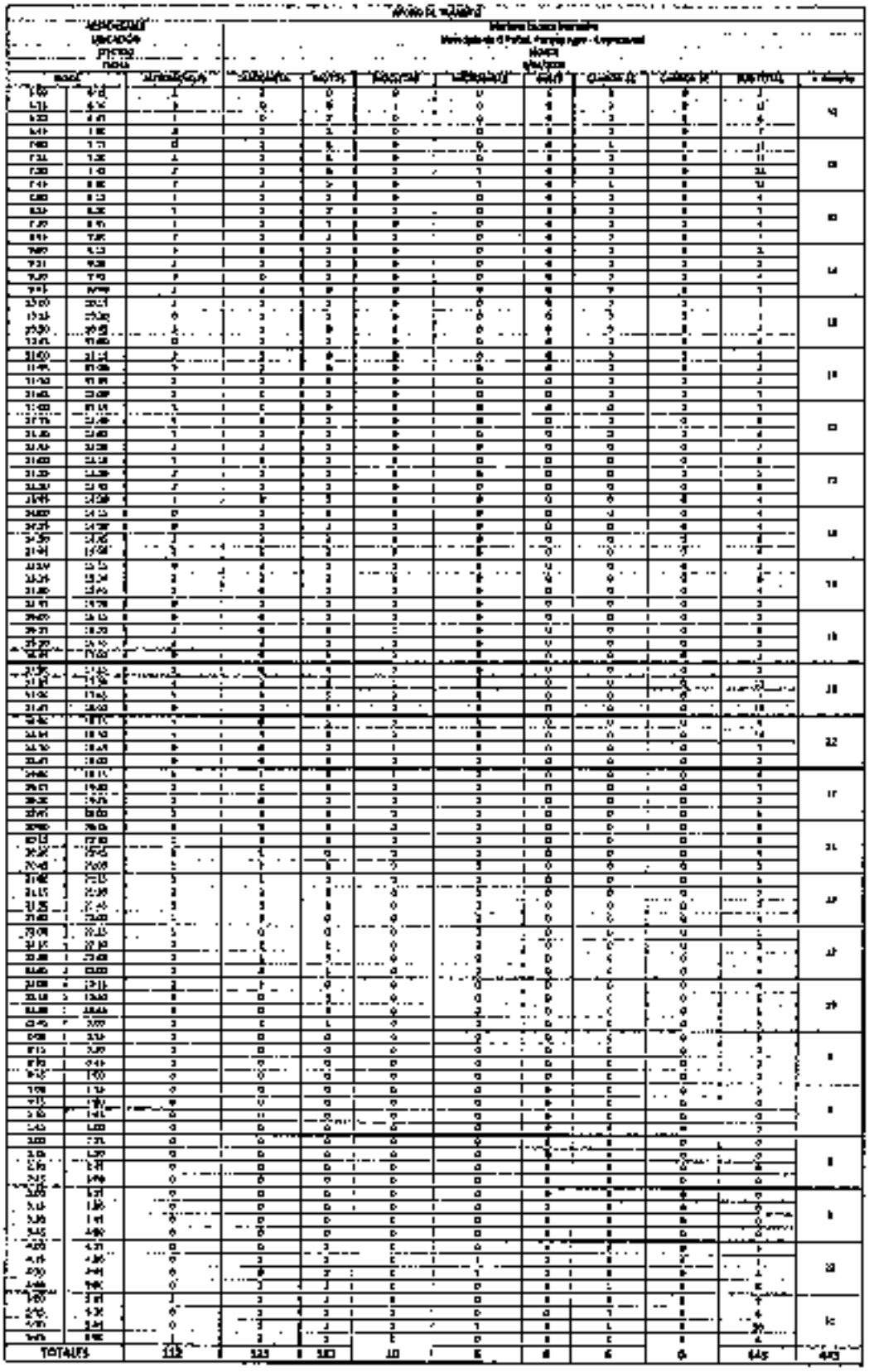


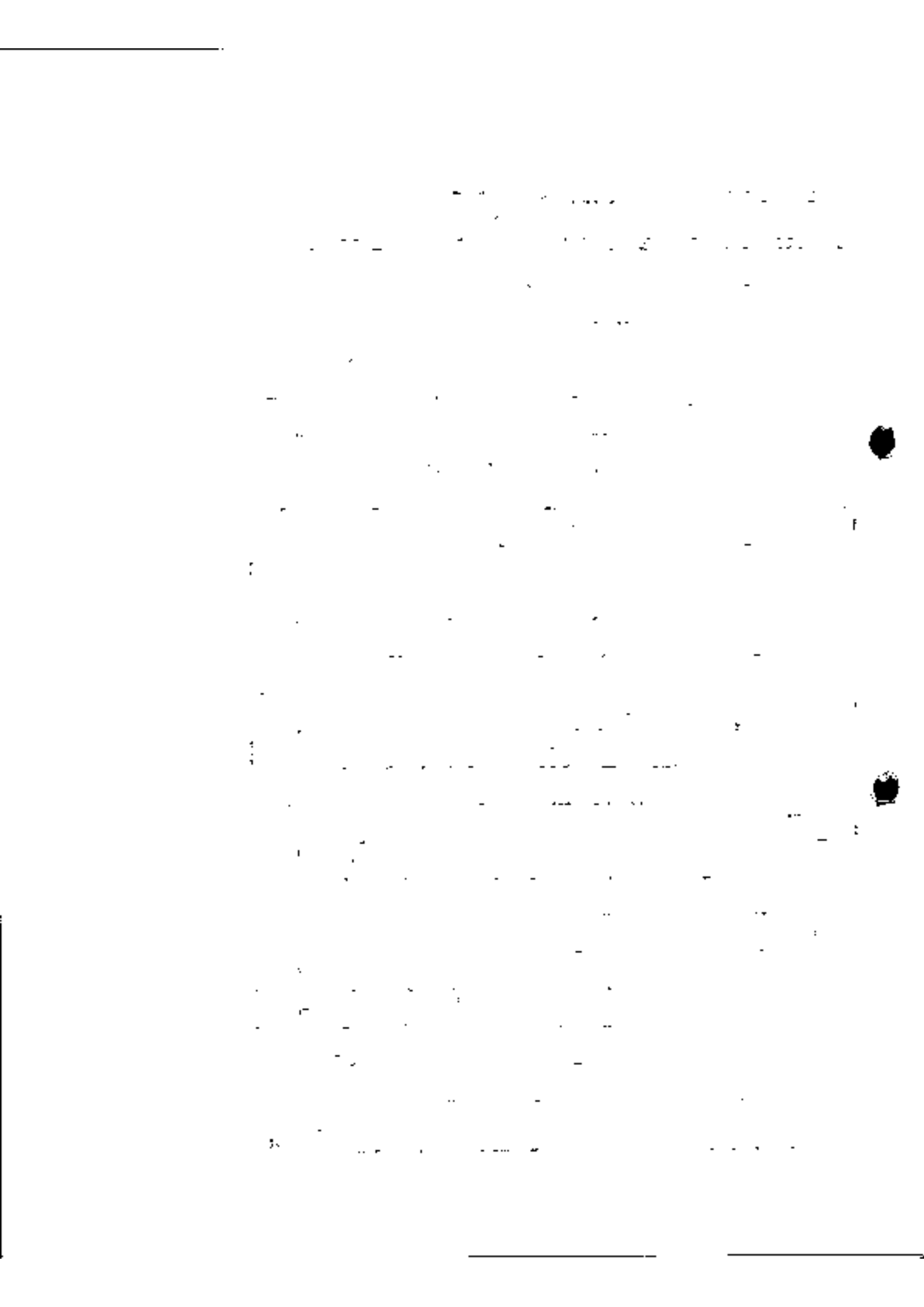


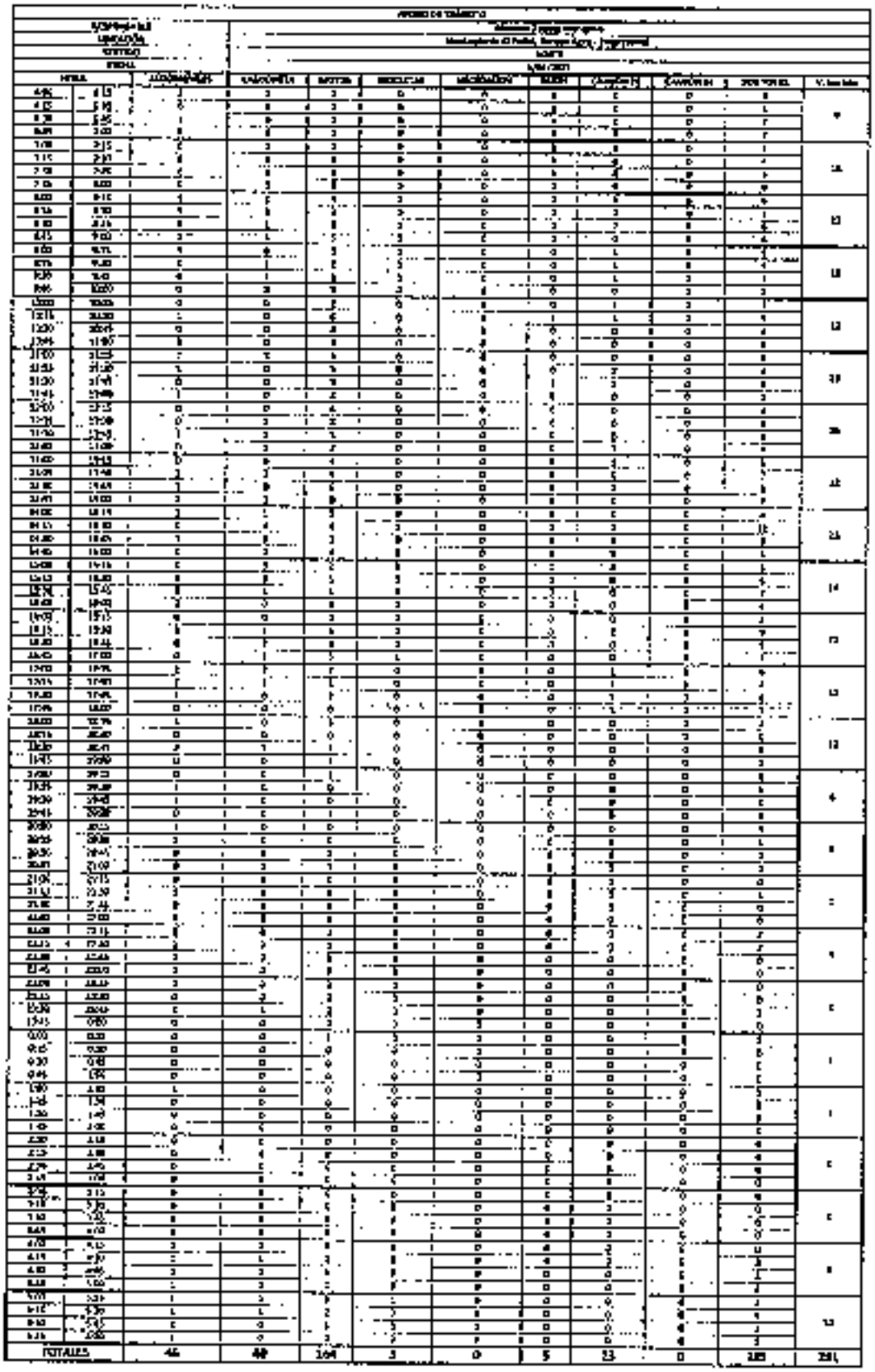


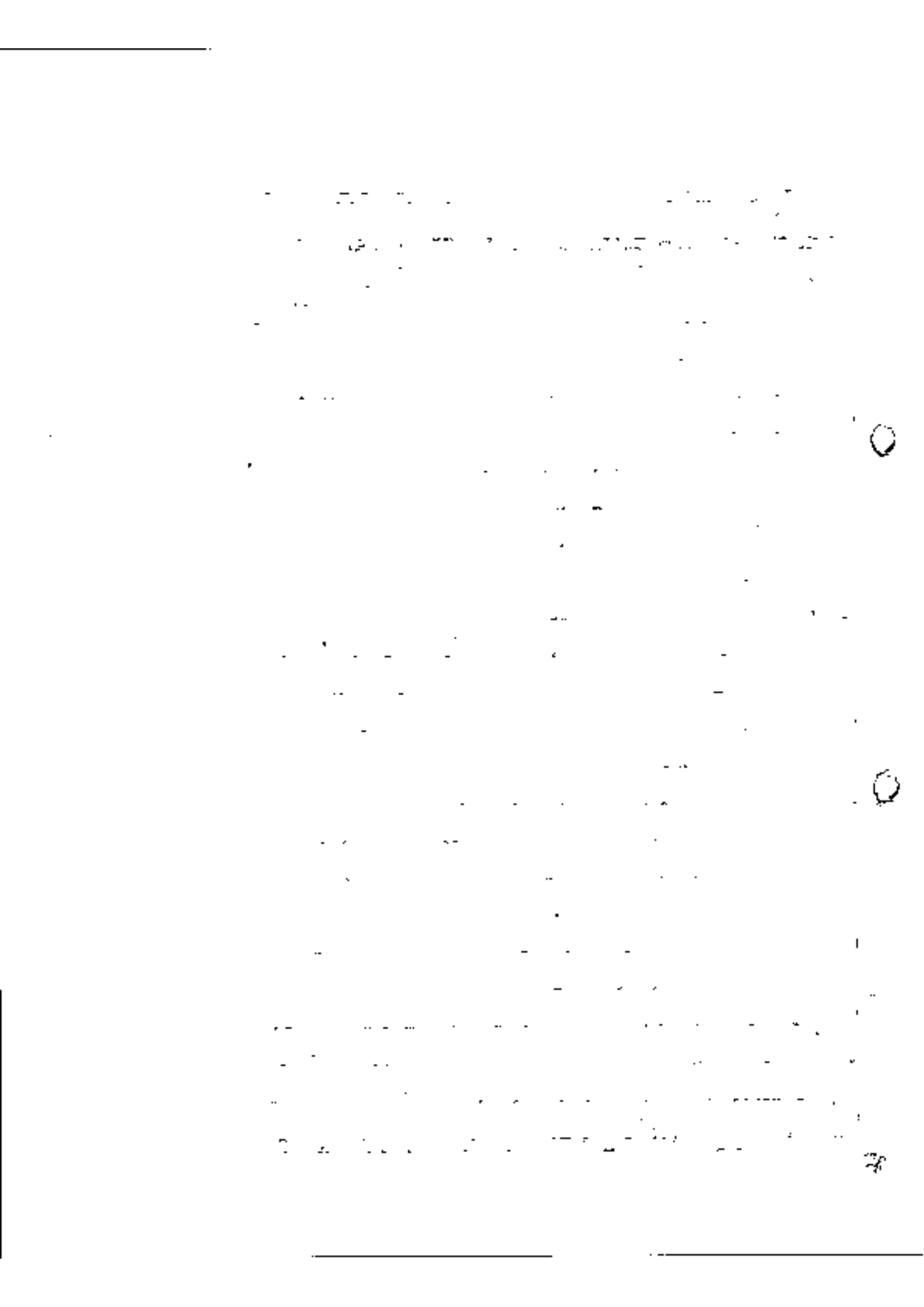


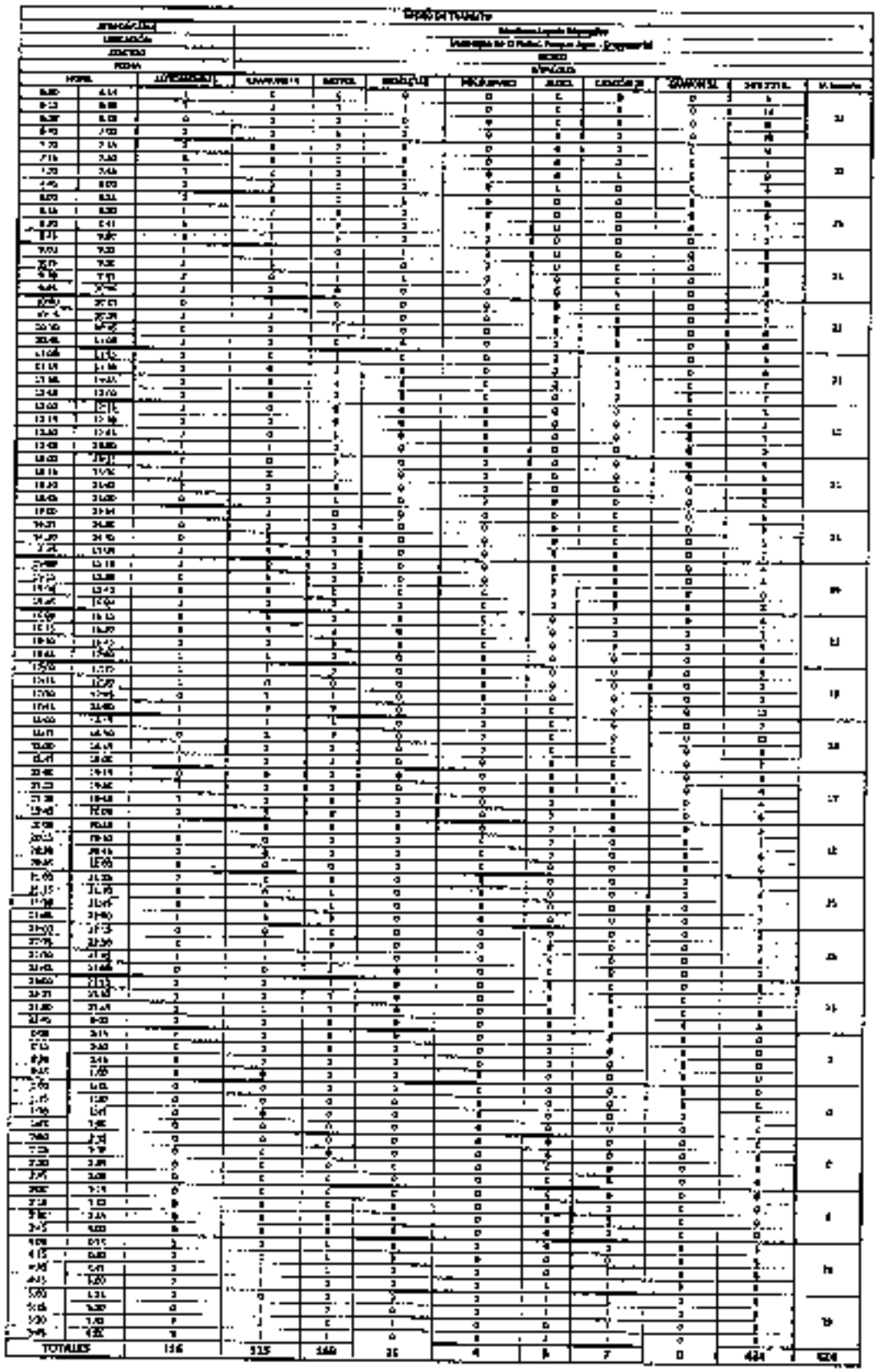


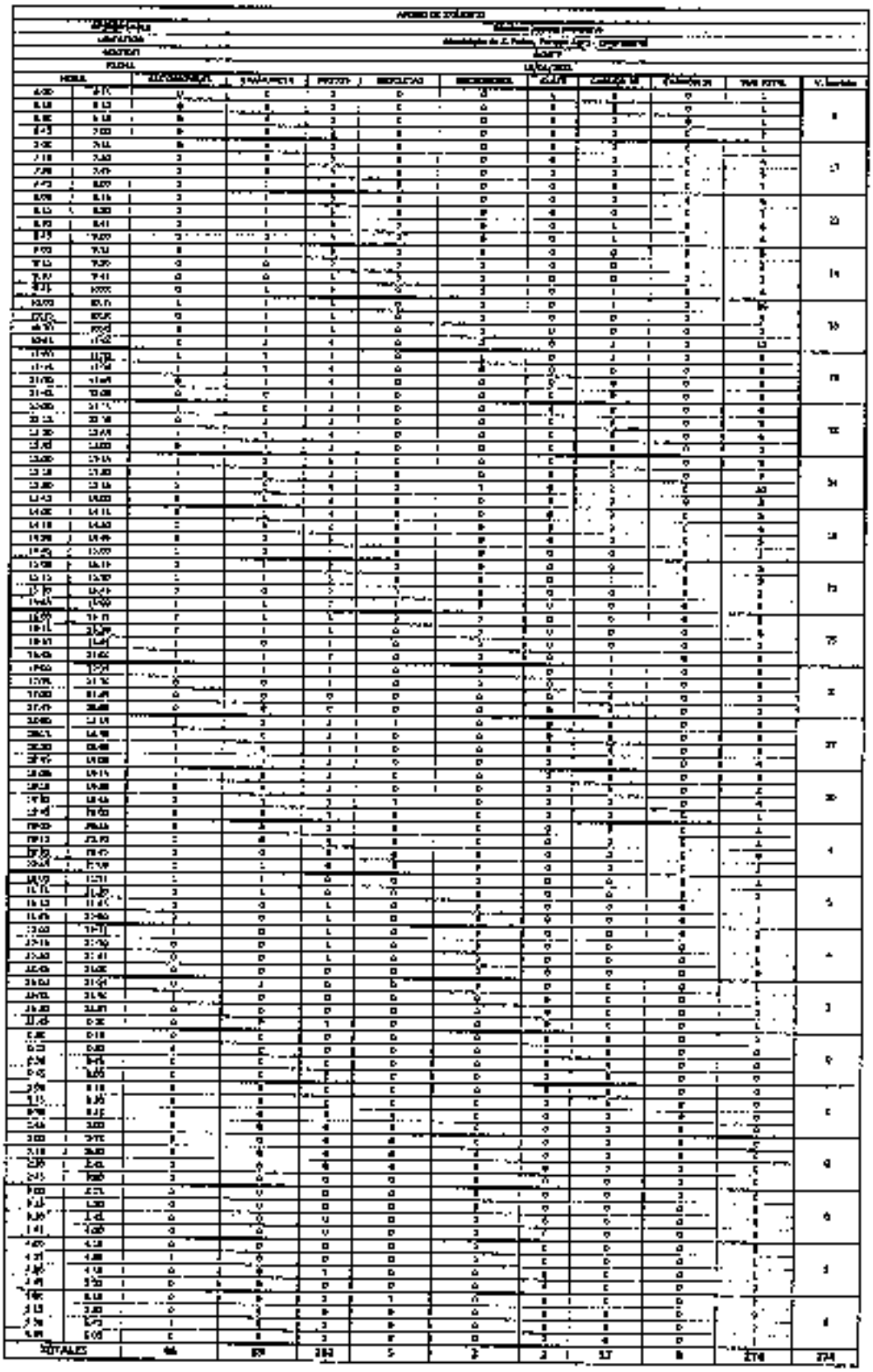


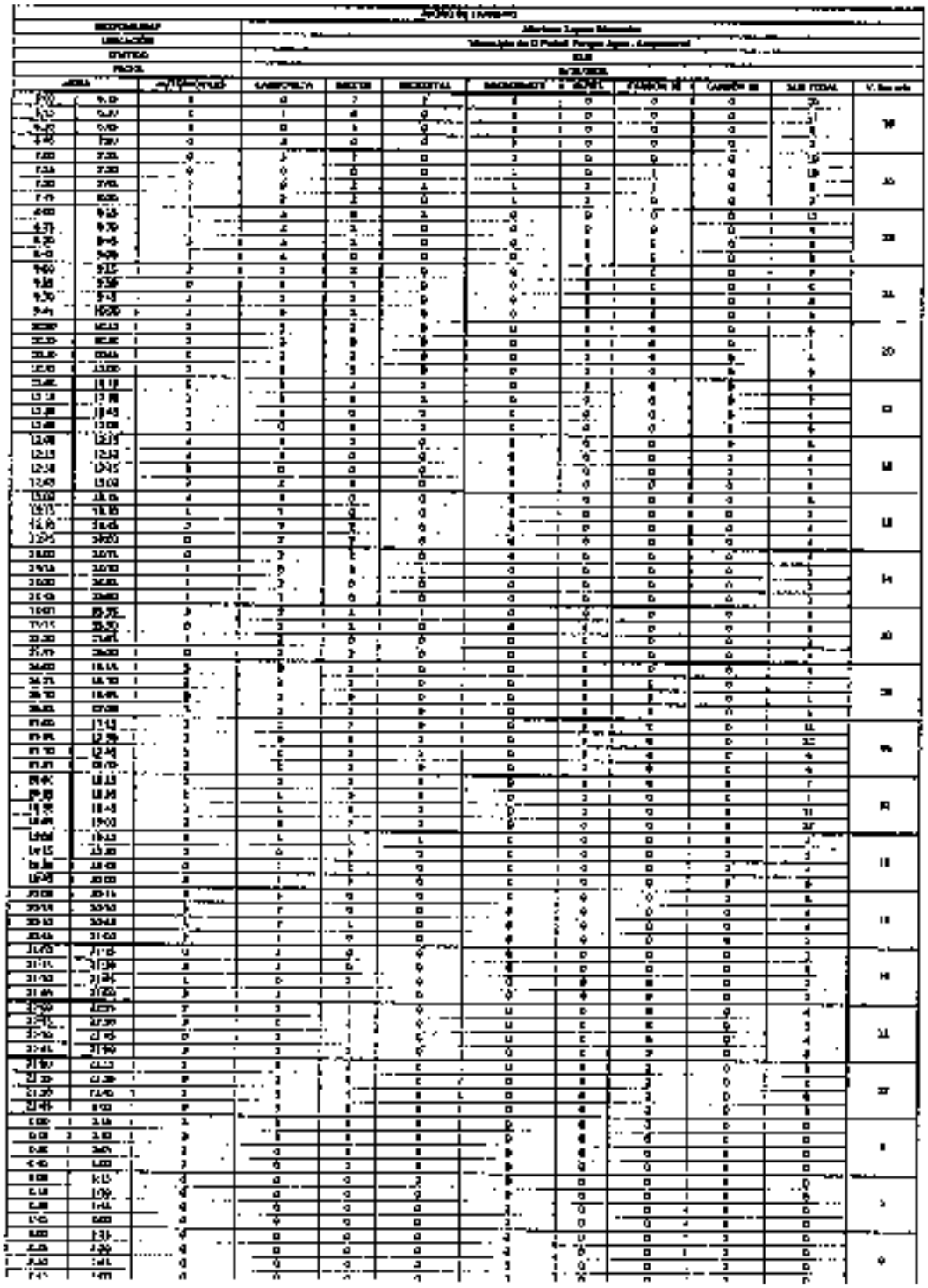


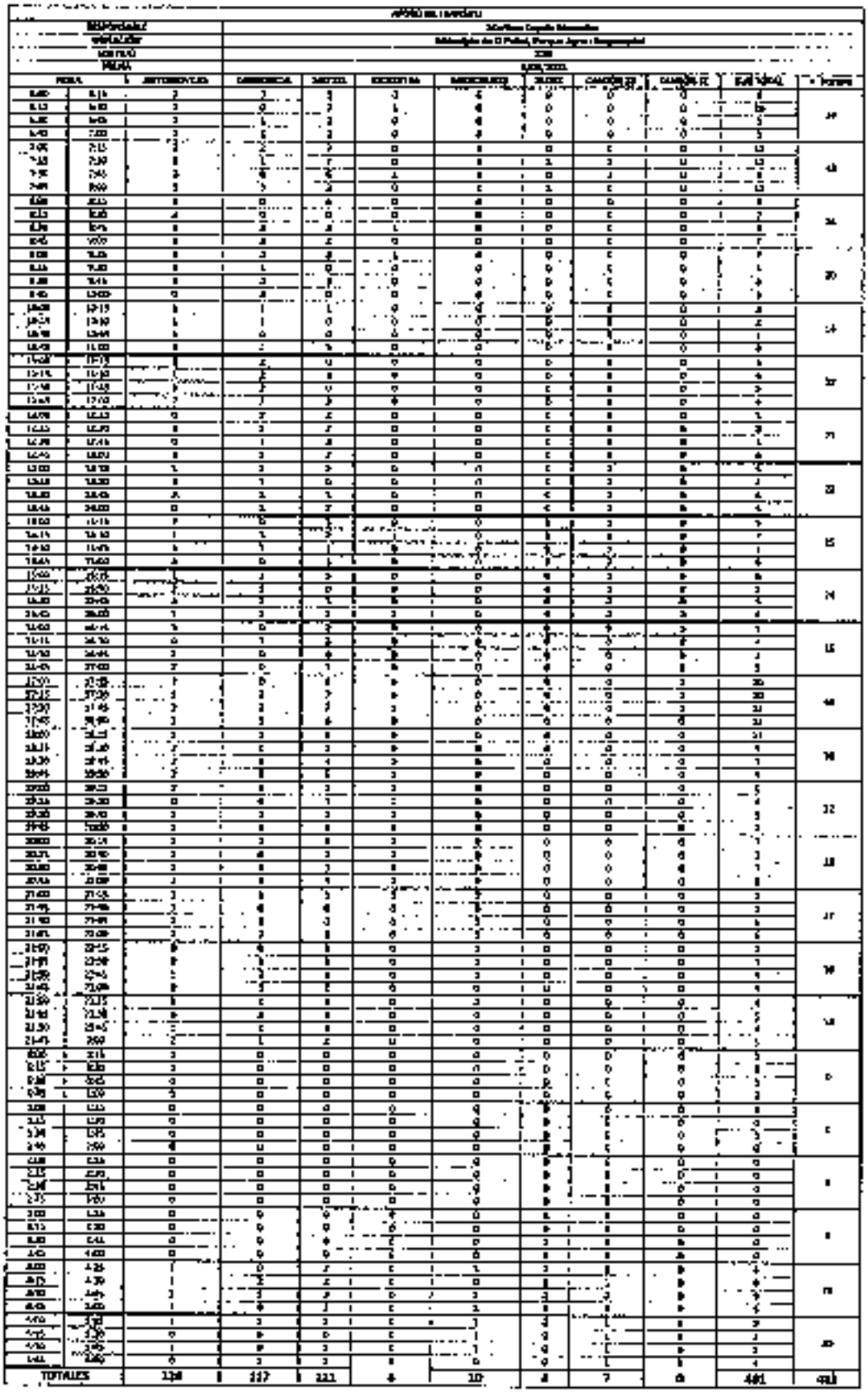


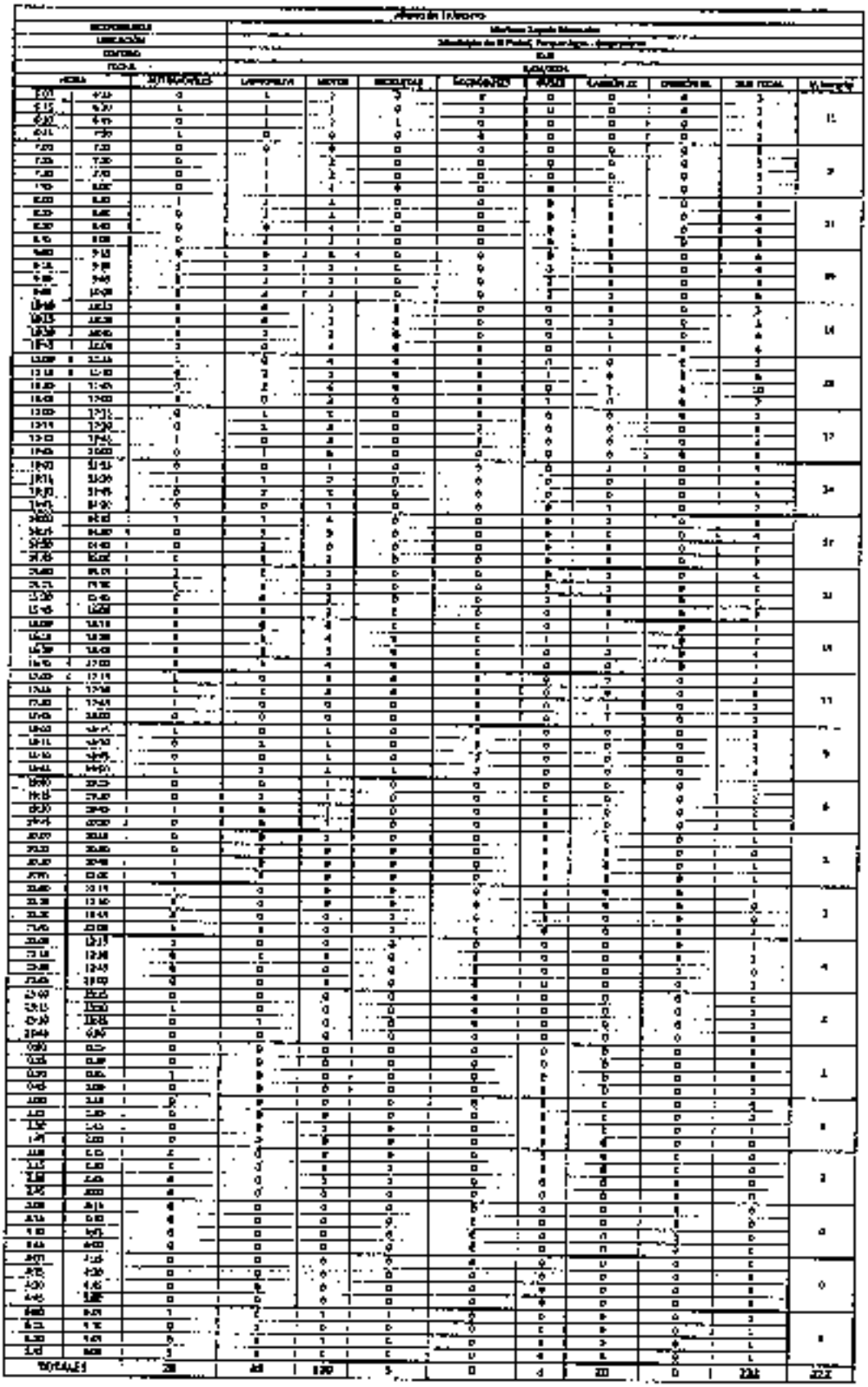


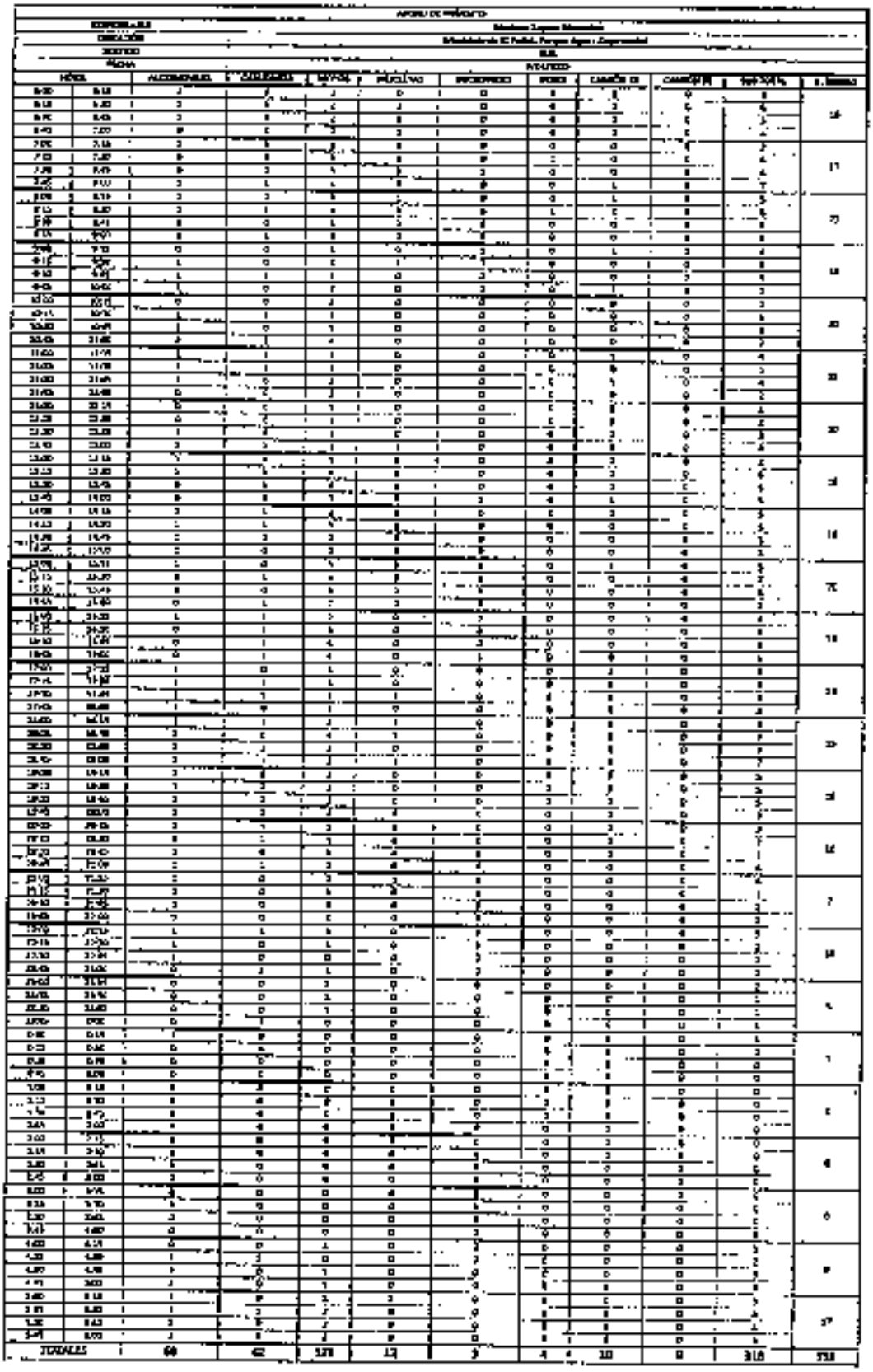


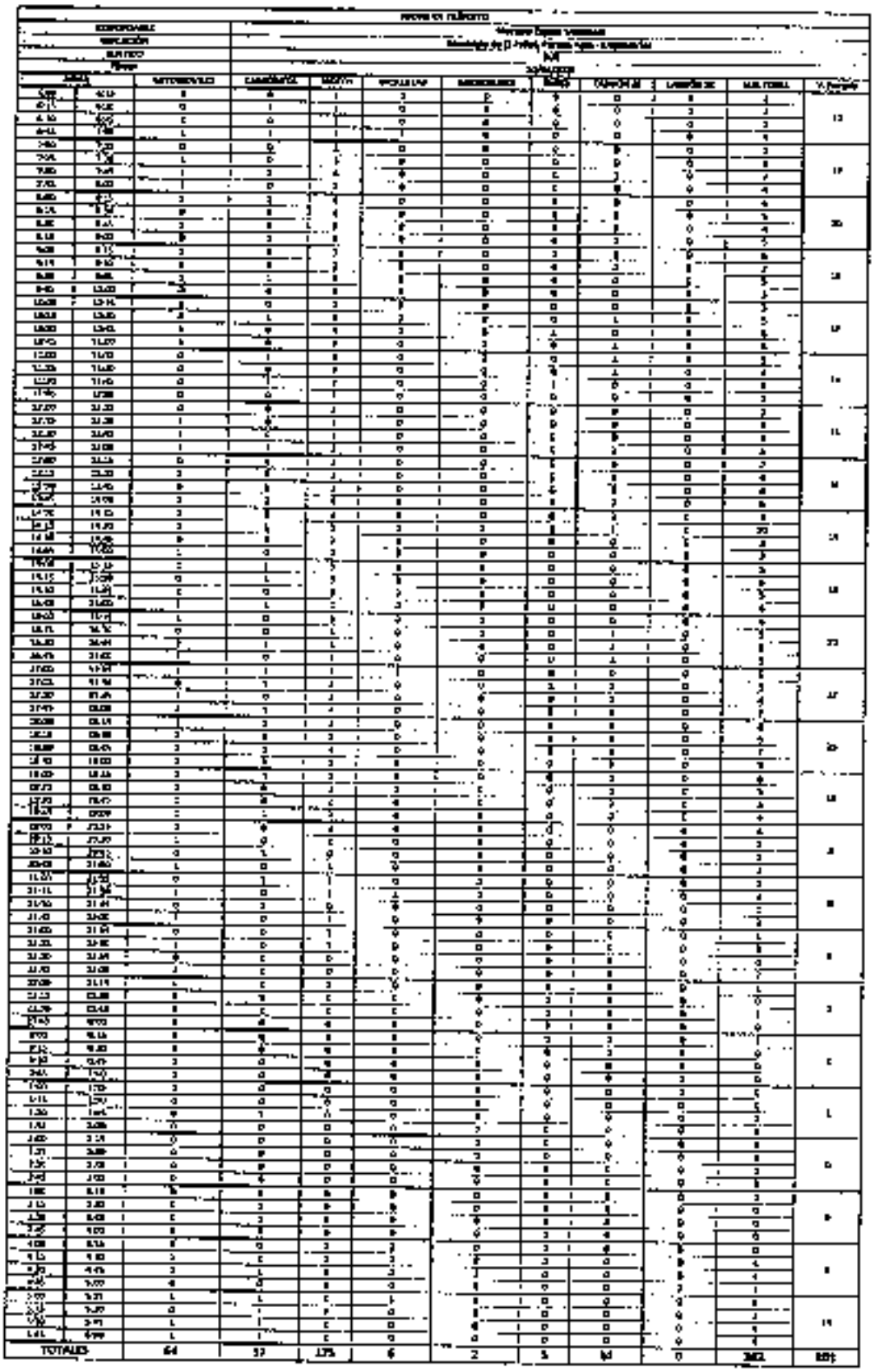












CÁLCULO DE LOS EJERS EQUIVALENTES - ESAL

Carrera 23c

PERIODO DE DISEÑO		10 AÑOS
Tasa de Crecimiento por Región en %		
r_{vp} =	1.10	Tasa de Crecimiento Anual de la Población (vehículos de pasajeros)
r_{vc} =	2.00	Tasa de Crecimiento Anual del PBI Region (vehículos de carga)

FUERZA DE PRESIÓN (Fb)	1
FACTOR DIRECCIONAL (Fd)	1
FACTOR CARRIL (Fc)	1

TRÁFICO ACTUAL POR TIPO DE VEHÍCULO		
Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Automovil	253	23,47
Camioneta	125	11,60
Motos	670	62,15
Micro	7	0,65
Bus Grande	5	0,46
Camión 2E	18	1,67
Camión 3E	0	0,00
Camión 4E	0	0,00
Semi Trayler 2S1 /2S2	0	0,00
Semi Trayler 2S3	0	0,00
Semi Trayler 3S1 /3S2	0	0,00
Semi Trayler ≥3S3	0	0,00
Trayler 2T2	0	0,00
Trayler 2T3	0	0,00
Trayler 3T2	0	0,00
Trayler ≥3T3	0	0,00
	1078	100,00

CONFIGURACIÓN VEHICULAR	EJE DELANTERO	CONJUNTO DE EJES POSTERIORES		
		1RO	2DO	3RO
Bus Grande	7	16		
2E	7	11		
3E	7	18		
4E	7	23		
2S1 /2S2	7	11	18	
2S3	7	11	25	
3S1 /3S2	7	18	18	
≥3S3	7	18	25	
2T2	7	11	11	11
2T3	7	11	11	18
3T2	7	18	11	11
≥3T3	7	18	11	18

FACTORES DE EQUIVALENCIA O DAÑO					
	EJE DELANTE	CONJUNTO DE EJES POSTERIORES			
		1	2	3	Fvp.
Bus Grande	1,27	2,34			3,62
2E	1,27	3,33			4,61
3E	1,27	3,46			4,73
4E	1,27	3,69			4,96
2S1 /2S2	1,27	3,33	3,46		8,07
2S3	1,27	3,35	4,16		8,77
3S1 /3S2	1,27	3,46	3,46		8,19
≥3S3	1,27	3,46	4,16		8,90
2T2	1,27	3,33	3,33	3,33	11,28
2T3	1,27	3,33	3,33	3,46	11,40
3T2	1,27	3,46	3,33	3,33	11,40
≥3T3	1,27	3,46	3,33	3,46	11,52

DEMANDA PROYECTADA

Para la proyección de la demanda utilizar la siguiente fórmula:

$$T_n = T_0 (1 + r)^{(n-1)}$$

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año en vehículo por día

T_0 = Tránsito actual (año base) en vehículo por día

n = año futuro de proyección

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

DEMANDA PROYECTADA		
Tipo de Vehículo	IMDpl	Distribución (%)
Automovil	279	23,44
Camioneta	138	11,58
C.R.	739	62,07
Micro	8	0,65
Bus Grande	6	0,46
Camión 2E	22	1,81
Camión 3E	0	0,00
Camión 4E	0	0,00
Semi Trayler 2S1 /2S2	0	0,00
Semi Trayler 2S3	0	0,00
Semi Trayler 3S1 /3S2	0	0,00
Semi Trayler ≥3S3	0	0,00
Trayler 2T2	0	0,00
Trayler 2T3	0	0,00
Trayler 3T2	0	0,00
Trayler ≥3T3	0	0,00
	1191	100,00

FACTOR DE CRECIMIENTO ACUMULADO:

$$= \frac{(1 + \quad) - 1}{\quad}$$

Fca V. Ligeros=	10,51
Fca V. Pesados=	10,95

JES EQUIVALENTES POR CADA TIPO DE VEHÍCUL

[= * * * *

JES EQUIVALENTES POR CADA TIPO DE VEHICUL

Tipo de Vehículo	EEdía-carril	Distribución (%)
Bus Grande	20	16,75
Camión 2E	99	83,25
Camión 3E	0	0,00
Camión 4E	0	0,00
Semi Trayler 2S1 /2S2	0	0,00
Semi Trayler 2S3	0	0,00
Semi Trayler 3S1 /3S2	0	0,00
Semi Trayler ≥3S3	0	0,00
Trayler 2T2	0	0,00
Trayler 2T3	0	0,00
Trayler 3T2	0	0,00
Trayler ≥3T3	0	0,00
IMD	119	100,00

NUMERO DE REPETICIONES DE EJES

Nrep de . = [((• • 365)]

Nrep de . = 475868 EE

CÁLCULO DE LOS EJERS EQUIVALENTES - ESAL

Vía de ingreso Horizontes

PERIODO DE DISEÑO		10 AÑOS
Tasa de Crecimiento por Región en %		
r_{vp} =	1,10	Tasa de Crecimiento Anual de la Población (vehículos de pasajeros)
r_{vc} =	2,00	Tasa de Crecimiento Anual del PBI Region (vehículos de carga)

FUERZA DE PRESIÓN (Fb)	1
FACTOR DIRECCIONAL (Fd)	1
FACTOR CARRIL (Fc)	1

TRÁFICO ACTUAL POR TIPO DE VEHÍCULO		
Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Automovil	115	19,04
Camioneta	88	14,57
Motos	342	56,62
Micro	6	0,99
Bus Grande	10	1,66
Camión 2E	43	7,12
Camión 3E	0	0,00
Camión 4E	0	0,00
Semi Trayler 2S1 /2S2	0	0,00
Semi Trayler 2S3	0	0,00
Semi Trayler 3S1 /3S2	0	0,00
Semi Trayler ≥3S3	0	0,00
Trayler 2T2	0	0,00
Trayler 2T3	0	0,00
Trayler 3T2	0	0,00
Trayler ≥3T3	0	0,00
	604	100,00

CONFIGURACIÓN VEHICULAR	EJE DELANTERO	CONJUNTO DE EJES POSTERIORES		
		1RO	2DO	3RO
Bus Grande	7	16		
2E	7	11		
3E	7	16		
4E	7	23		
2S1 /2S2	7	11	18	
2S3	7	11	25	
3S1 /3S2	7	18	18	
≥3S3	7	18	25	
2T2	7	11	11	11
2T3	7	11	11	18
3T2	7	18	11	11
≥3T3	7	18	11	18

FACTORES DE EQUIVALENCIA O DAÑO					
	EJE DELANTE	CONJUNTO DE EJES POSTERIORES			
		1	2	3	Fvp.
Bus Grande	1,27	2,34			3,62
2E	1,27	3,33			4,61
3E	1,27	3,46			4,73
4E	1,27	3,69			4,96
2S1 /2S2	1,27	3,33	3,46		8,07
2S3	1,27	3,33	4,16		8,77
3S1 /3S2	1,27	3,46	3,46		8,19
≥3S3	1,27	3,46	4,16		8,90
2T2	1,27	3,33	3,33	3,33	11,28
2T3	1,27	3,33	3,33	3,46	11,40
3T2	1,27	3,46	3,33	3,33	11,40
≥3T3	1,27	3,46	3,33	3,46	11,52

DEMANDA PROYECTADA

Para la proyecció de la demanda utilizar la siguiente fórmula:

$$T_n = T_0 (1 + r)^{(n-1)}$$

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año en vehículo por día

T_0 = Tránsito actual (año base) en vehículo por día

n = año futuro de proyección

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

DEMANDA PROYECTADA		
Tipo de Vehículo	IMDpi	Distribución (%)
Automovil	127	18,93
Camioneta	97	14,48
C.R.	377	56,29
Micro	7	0,99
Bus Grande	11	1,65
Camión 2E	51	7,67
Camión 3E	0	0,00
Camión 4E	0	0,00
Semi Trayler 2S1 /2S2	0	0,00
Semi Trayler 2S3	0	0,00
Semi Trayler 3S1 /3S2	0	0,00
Semi Trayler ≥3S3	0	0,00
Trayler 2T2	0	0,00
Trayler 2T3	0	0,00
Trayler 3T2	0	0,00
Trayler ≥3T3	0	0,00
	670	100,00

FACTOR DE CRECIMIENTO ACUMULADO:

$$= \frac{(1 + \quad) \quad - 1}{}$$

Fca V. Ligeros=	10,51
Fca V. Pesados=	10,95

JES EQUIVALENTES POR CADA TIPO DE VEHÍCUL

[= * * * *

JES EQUIVALENTES POR CADA TIPO DE VEHICUL

Tipo de Vehículo	EEdía-carril	Distribución (%)
Bus Grande	40	14,42
Camión 2E	237	85,58
Camión 3E	0	0,00
Camión 4E	0	0,00
Semi Trayler 2S1 /2S2	0	0,00
Semi Trayler 2S3	0	0,00
Semi Trayler 3S1 /3S2	0	0,00
Semi Trayler ≥3S3	0	0,00
Trayler 2T2	0	0,00
Trayler 2T3	0	0,00
Trayler 3T2	0	0,00
Trayler ≥3T3	0	0,00
IMD	277	100,00

NUMERO DE REPETICIONES DE EJES

Nrep de , = [(, * *365)]

Nrep de , = 1105792 EE

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2025-3635913

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que CARLOS MARIO HENAO YEPES, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1037625504, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 05202-375570 desde el 06 de Diciembre de 2017, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 1789.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los veintisiete (27) días del mes de Mayo del año dos mil veinticinco (2025).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

REPUBLICA DE COLOMBIA

COPNIA

Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Matrícula Profesional No.
05202-375570 ANT
Fecha de Expedición: **06/12/2017**

Nombre:
CARLOS MARIO
HENAO YEPES

Identificación:
C.C. 1037625504

Profesión:
INGENIERO CIVIL

Institución:
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



Este es un documento público expedido en virtud de la Ley 842 de 2003, que autoriza al titular a ejercer como Ingeniero en el Territorio Nacional.

DIRECTOR GENERAL

PRESIDENTE DEL CONSEJO

En caso de extravío debe ser remitida al COPNIA. Calle 78 No. 9-57 primer piso
Línea Nacional: 01 8000 116590

República de Colombia
Ministerio de Educación Nacional

La Universidad Nacional de Colombia

Teniendo en cuenta que

Carlos Mario Henao Yepes

C.C. 1.037.625.504 de Envigado

cumplió satisfactoriamente todos los requisitos académicos reglamentarios del Plan de Estudios de Posgrado, le confiere el Título de

Especialista en Ingeniería Geotecnia

En la ciudad de Medellín, a los 07 días del mes de septiembre de 2018

Decanatura de Facultad | Rectoría | Secretaría General

Registro n.° 3335, Folio 23 del Libro de Diplomas n.° 3
de la Sede Medellín, Facultad de Minas

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

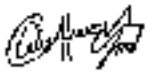
ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL

Yo, **Carlos Mario Henao Yepes,** Ingeniero Civil con Matrícula Profesional No. **05202 - 375570 ANT**, con experiencia certificada en el ejercicio profesional, debidamente registrado en el **CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA**, por medio del presente documento declaro que asumo toda responsabilidad del diseño de estudios del volumen de tránsito del proyecto: **ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL**, por los perjuicios que a causa de ellos puedan deducirse, siempre y cuando se cumplan las recomendaciones y especificaciones dadas en el VOLUMEN DE ESTUDIOS de tránsito y exonero a la administración municipal de El Peñol, departamento de Antioquia; Gobernación de Antioquia; Ministerio de Transporte e INVÍAS por los daños y perjuicios que de este volumen pudieran derivarse.

Volumen de Estudios de tránsito elaborado de acuerdo con los requerimientos normativos requeridos por el **MINISTERIO DE TRANSPORTE.**

Para constancia de lo anterior se firma en la ciudad de Medellín a los 26 días del mes de mayo del año 2025.

Atentamente,



Carlos Mario Henao Yepes

ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL

DISEÑO DE PAVIMENTO

2025

HOJA DE CONTROL DE DOCUMENTO			
Nombre del documento:	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO EN ASFALTO CALIENTE PARA EL SECTOR LA ESPERANZA, COMPRENDIIDO EN LAS DIRECCIONES CARRERA 23C, ENTRE LA TRANSVERSAL 15 Y 8, ZONA URBANA, E INGRESO A LA VEREDA HORIZONTES Y AL CENTRO DE ACOPIO DEL MUNICIPIO DE EL PEÑOL		
Código del documento:	DYCO-PEÑO-003-01-PAV-INF-001		
Versión: V2		**Fecha de la versión:**	**27-05-2025**

ELABORACIÓN, REVISIÓN, VERIFICACIÓN Y APROBACIÓN			
Actividad	**Fecha**	**Nombre del ejecutor**	**Firma**
Elaboración	26/05/2025	Duvan Munevar	Duvan Munevar T.
Revisión	27/05/2025	Carlos Henao	
Aprobó	27/05/2025	Juan Camilo Rios	

DISTRIBUCIÓN		
Persona a quien se envía	**Cargo**	**Organización**

CONTROL DE VERSIONES		
Versión	**Fecha**	**Naturaleza del cambio realizado con respecto a la versión anterior**

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 1
2. OBJETIVOS Y ALCANCE 2
2.1. OBJETIVO 2
2.2. ALCANCE 2
3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO 4
4. TRABAJOS DE CAMPO 6
5. EFECTOS SÍSMICOS LOCALES NSR-10 8
6. GEOLOGÍA REGIONAL 13
6.1. DEPÓSITOS ALUVIALES (Q2AL) 13
6.2. BATOLITO ANTIOQUEÑO (Q2TA Y Q2MG) 15
6.3. COMPLEJO EL RETIRO, ANFIBOLITAS DE MEDELLÍN (PRAM) 17
7. GEOMORFOLOGÍA REGIONAL 25
7.1. LOMERÍOS DISECTADOS (DLDI): 25
7.2. LOMERÍOS MUY DISECTADOS (DLMD): 26
7.3. LOMERÍOS POCO DISECTADOS (DLPD): 26
7.4. PLANICIE ALUVIAL CONFINADA (FPAC) 27
7.5. EMBALSES (AEMB) 27
8. DESCRIPCIÓN DEL SUBSUELO 29
8.1. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA 29
8.2. NIVEL FREÁTICO 30



8.3. HORIZONTE DE METEORIZACIÓN 31
8.4. PROGRAMA DE LABORATORIO 32
8.5. ÍNDICE DE PLASTICIDAD 36
8.6. ÍNDICE DE CONSISTENCIA 36
8.7. PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO 38
9. DISEÑO DE PAVIMENTO 44
9.1. CONDICIONES GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO 45
9.2. MECANISMO DE FALLA 46
9.3. EFECTO DEL CLIMA 49
9.4. TRÁNSITO 49
9.5. SUBRASANTE 50
9.6. PERÍODO DE DISEÑO 51
9.7. VEHÍCULO DE DISEÑO 52
9.8. ESPESOR 53
10. MANTENIMIENTO 58
10.1. SELLADO DE GRIETAS EN CALZADA Y BERMAS 59
10.1.1. DESCRIPCIÓN 59
10.1.2. MATERIALES 59
10.1.3. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN 60
10.1.4. ACEPTACIÓN DEL TRABAJO 61
10.1.5. MEDIDA Y PAGO 61
10.2. PARCHEO EN CALZADA Y BERMAS PAVIMENTADAS 62



10.2.1. DESCRIPCIÓN 62
10.2.2. MATERIALES 62
10.2.3. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN 63
10.2.4. ACEPTACIÓN DEL TRABAJO 66
10.2.5. MEDIDA Y PAGO 66
10.3. PARCHEO TEMPORAL EN CALZADA Y BERMAS PAVIMENTADAS 67
10.3.1. DESCRIPCIÓN 67
10.3.2. MATERIALES 67
10.3.3. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN 68
10.3.4. ACEPTACIÓN DEL TRABAJO 69
10.3.5. MEDIDA Y PAGO 69
10.4. BACHEO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS 70
10.4.1. DESCRIPCIÓN 70
10.4.2. MATERIALES 70
10.4.3. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN 71
10.4.4. ACEPTACIÓN DEL TRABAJO 75
10.4.5. MEDIDA Y PAGO 75
10.5. NIVELACIÓN DE BERMAS GRANULARES NO REVESTIDAS 76
10.5.1. DESCRIPCIÓN 76
10.5.2. MATERIALES 76
10.5.3. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN 76
10.5.4. ACEPTACIÓN DEL TRABAJO 77



10.5.5. MEDIDA Y PAGO 78
10.6. RIEGOS SIN GRAVILLAS 78
10.6.1. DESCRIPCIÓN 78
10.6.2. MATERIALES 79
10.6.3. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN 80
10.6.4. ACEPTACIÓN DEL TRABAJO 82
10.6.5. MEDIDA Y PAGO 82
10.7. SELLO DE ARENA - ASFALTO 83
10.7.1. DESCRIPCIÓN 83
10.7.2. MATERIALES 83
10.7.3. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN 83
10.7.4. ACEPTACIÓN DEL TRABAJO 83
10.7.5. MEDIDA Y PAGO 84
10.8. TRATAMIENTO SUPERFICIAL 84
10.8.1. DESCRIPCIÓN 84
10.8.2. MATERIALES 84
10.8.3. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN 85
10.8.4. ACEPTACIÓN DEL TRABAJO 86
10.8.5. MEDIDA Y PAGO 86
10.9. LECHADA ASFÁLTICA Y MICROAGLOMERADA EN FRÍO 86
10.9.1. DESCRIPCIÓN 86
10.9.2. MATERIALES 87



10.9.3. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN 88
10.9.4. ACEPTACIÓN DEL TRABAJO 92
10.9.5. MEDIDA Y PAGO 92
10.10. SELLO DEL CABO 93
10.10.1. DESCRIPCIÓN 93
10.10.2. MATERIALES 93
10.10.3. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN 93
10.10.4. ACEPTACIÓN DEL TRABAJO 94
10.10.5. MEDIDA Y PAGO 95
10.11. MICROAGLOMERADO EN CALIENTE 95
10.11.1. DESCRIPCIÓN 95
10.11.2. MATERIALES 95
10.11.3. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN 96
10.11.4. ACEPTACIÓN DEL TRABAJO 97
10.11.5. MEDIDA Y PAGO 97
10.12. SOBRECAPA DELGADA 98
10.12.1. DESCRIPCIÓN 98
10.12.2. MATERIALES 98
10.12.3. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN 99
10.12.4. ACEPTACIÓN DEL TRABAJO 99
10.12.5. MEDIDA Y PAGO 100
10.13. MEZCLA DRENANTE 100

10.13.1. DESCRIPCIÓN 100
10.13.2. MATERIALES 101
10.13.3. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN 101
10.13.4. ACEPTACIÓN DEL TRABAJO 102
10.13.5. MEDIDA Y PAGO 102
10.14. FRESADO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO 103
10.14.1. DESCRIPCIÓN 103
10.14.2. MATERIALES 103
10.14.3. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN 103
10.14.4. ACEPTACIÓN DEL TRABAJO 104
10.14.5. MEDIDA Y PAGO 105
11. CONCLUSIONES 106
12. RECOMENDACIONES 109
12.1. EXCAVACIONES PARA MEJORAMIENTOS 109
12.2. COMPACTACIÓN DEL MATERIAL DE REEMPLAZO DE LA SUBRASANTE 109
12.3. MANEJO DE AGUAS SUBSUPERFICIALES 110
12.4. RELLENOS NO ESTRUCTURALES 110
12.4.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO 111
12.5. RELLENOS EN MUROS DE CONTENCIÓN Y SOBRE TALUDES TEMPORALES 112
12.5.1. GEOMETRÍA DE LOS RELLENOS 113
12.6. TERRAPLENES 113

12.7. MANEJO DE AGUAS 116

12.7.1. SUB-DRENES DE ZANJA 116

12.7.2. SUB-DREN EN MUROS DE CONTENCIÓN 116

12.7.3. DRENES PARA AGUAS SUPERFICIALES TIPO CUNETA 117

12.7.4. SUB-DRENES DE PENETRACIÓN 118

13. MANTENIMIENTO 119

13.1. DETERIORO EN JUNTAS 120

13.2. DETERIORO EN LOSAS 121

14. LIMITACIONES DEL ESTUDIO 122

14.1. GENERALES 122

14.2. CIMENTACIONES Y CONTENCIONES 122

15. BIBLIOGRAFÍA 124